Das ostalpine Kristallin im Bauplan der östlichen Zentralalpen

Von K. Metz

Mit 3 Textabbildungen

(vorgelegt in der Sitzung am 25. Juni 1965)

Inhaltsübersicht

Einleitung

Die bedeutende Ausweitung unserer Kenntnis über Vorkommen von zentralalpinem Mesozoikum in den östlichen Zentralalpen und neue stratigraphische Erkenntnisse über das ostalpine Paläozoikum bilden seit 1959 die Ausgangsbasis zu einer Neuordnung der ostalpinen Deckensysteme und haben 1963 zu einer Synthese von A. Tollmann geführt.

Wenn auch die Fossilarmut solcher oft etwas metamorpher Vorkommen den den Stratigraphen wenig befriedigenden lithofaziellen Vergleich in den Vordergrund drängte, so sind doch bei der heutigen Kenntnis der paläozoischen Schichtprofile nicht zu übersehende Unterschiede zu diesen und Vergleichsmomente mit den dem tieferen Ostalpin eigenen mesozoischen Fazies eindeutig vorhanden. Handelt es sich vielfach auch nur um wahrscheinliches Mesozoikum, so liegt der Wert solcher Vorkommen in der Tatsache begründet, daß sie als minder metamorphe Schichtglieder zwischen hochmetamorphen tektonisch eingeschaltet sind und bisher nicht erkannte Bewegungsbahnen abbilden. Wenn wir daher auch von gesicherten stratigraphischen Kenntnissen dieses oft noch zweifelhaften zentralalpinen Mesozoikums noch ziemlich weit entfernt sind, so erweisen sie doch ihren Wert für tektonische Fragestellungen.

Das östlich der Hohen Tauern sich gewaltig ausweitende ostalpine Kristallin erfuhr im Zuge der neuen Überlegungen keine Unterteilung, sondern wurde in den Arbeiten von H. Flügel und A. Tollmann kumulativ als oberes Unterostalpin bzw. als Mittelostalpin eingeordnet. Hierin scheint nun dem Verfasser dieser Studie eine nach den heutigen Kenntnissen über dieses Kristallin nicht mehr vertretbare Vereinheitlichung und Vereinfachung zu liegen, da dadurch sehr wesentliche Bauzüge der Zentralalpen unberührt und unausgewertet bleiben.

Der Ausgangspunkt der folgenden Darlegungen ist daher auch dieses ostalpine Kristallin östlich der Hohen Tauern. Die sich daran knüpfenden Überlegungen führten unter Einbeziehung der Fragen des zentralalpinen Mesozoikums und des ostalpinen Paläozoikums zu Schlußfolgerungen, welche zu einer Kritik rein deckentheoretischer Auffassungen über den hier behandelten Raum führten.

Wenn die hier vorgelegten Darstellungen und Resultate begründete Diskussionen und Entgegnungen auf den Plan rufen, so haben sie ihren Zweck erfüllt; denn auch sie sind — wie alle tektonischen Synthesen — die Früchte theoretischer Überlegungen auf der Basis sehr verschiedenartig zu bewertender Grundlagen.

I. Die alpidischen Baugrundzüge im mittelsteirischen und Ost-Kärntner Kristallin

Die folgende Zusammenstellung alpidischer Baugrundzüge verfolgt den Zweck der Gegenüberstellung und des Vergleiches einzelner Bautypen untereinander. Da Einzelheiten für einige Abschnitte schon in Veröffentlichungen der letzten Jahre dargestellt wurden, kann sich die folgende Übersicht auf das Wesentliche beschränken.

Auswertung und Deutung der tektonischen Einzelbilder werden in einem eigenen Abschnitt der Übersicht angeschlossen.

a) Tektonische Übersicht

1. Als Ausgangspunkt wurden die Granit- und Gneismassen der Seckauer Tauern einschließlich Bösenstein gewählt, da dieser tektonisch klar abgrenzbare Baukörper in mehrfacher Hinsicht eine Schlüsselstellung einnimmt. Eine bedeutsame Rolle für die Aufklärung dieser Sonderstellung spielt die Rannachserie in dem von mir möglichst eng gefaßten Sinne als stratigraphisches Äquivalent der permoskythischen Semmeringquarzitserie.

(K. Metz, 1953: 44, 1964: 149).

Im Bereiche der heutigen Seckauer Masse bildet diese Rannachserie das sedimentäre Dach eines alten Kristallins. Sie wurde mit diesem gemeinsam gefaltet und einer letzten kristallinen Prägung mit Vergneisungen unterworfen.

Von Osten nach Westen ergaben sich übereinstimmend an folgenden Lokalitäten die Bilder zunehmender Vergneisung aus den Serizit-Quarziten mit Einschluß von Rannachkonglomerat und Karbonatquarzit: Freudenthal- und Weinmeisterkar südlich Mautern, Kerschkernkogel der Hochreichartgruppe, Nordseite des Gipfelaufbaues des Seckauer Zinkens (K. Metz, 1940: 169), Bereich des großen Griesstein mit Eberlsee, Knaudachkamm, Gamskögel.

Sowohl die heftige mechanische Verformung, die auch die nördlich anschließende Grauwackenzone erfaßte, wie die Metamorphose müssen entsprechend dem Alter der Rannachserie als altalpidisch betrachtet werden.

Die wesentlichen Züge dieser als „Seckauer Kristallisation" bezeichneten Metamorphose wurden 1953 beschrieben (H. Helfrich, K. Metz, 1953) und seither mehrfach referiert, so daß hier nicht näher darauf eingegangen wird. Es soll nur darauf verwiesen werden, daß das zeitliche Verhältnis dieser Kristallisation

zu einer intensiven Gesteinsverformung sowie die entstandenen Mineralparagenesen auffallend an die Ergebnisse der Tauernkristallisation erinnern. Aus diesen Gründen wurde die Seckauer Kristallisation mit dieser verglichen, beide wurden aber nicht miteinander identifiziert (K. METZ, 1962, 215, 1963a).

Es wurde auch (1953: 154/155) darauf verwiesen, daß die Entfaltung von Gesteinstypen in den Seckauer Tauern gegenüber den Hohen Tauern bescheiden ist, die Seckauer Kristallisation also einen verarmten Eindruck macht.

Wichtig erscheint dem Verfasser weiterhin das Ergebnis der Kartierung, nach dem die Seckauer Tauern das tiefste tektonische Bauelement in dem hier betrachteten Kristallin darstellen. Dies wird in den folgenden Zeilen näher ausgeführt.

Gegenüber seiner Umrahmung ist der Seckauer Baukörper im S und SW durch eine postkristalline, steilgestellte Schuppenzone abgetrennt, die als Gaaler Schuppenzone beschrieben wurde und die ihre Fortsetzung gegen NW in dem Schuppenstreifen des Hochgrößen findet (K. METZ, 1964, 157).

An diesem Schuppenstreifen sind neben Seckauer Gesteinen und Wölzer Glimmerschiefern auch Gesteine der Rannachserie und Gneise, Amphibolite, Serpentin beteiligt. Letztere müssen als Fortsetzung der Gesteinszone um Kraubath im Murtal betrachtet werden und sind sonach Angehörige des mesozonalen Gleinalmkristallins (K. METZ, 1963b, 25).

Es kann nun gezeigt werden, daß sich die Rannachserie des Schuppenstreifens in die Zone von Oppenberg (H. BACHMANN, 1964, 67) direkt fortsetzt und sich hier um das gesamte Westende der Bösensteingneise herumschlingt. Es kommt dabei zu einem steilachsigen Abfall der zur Seckauer Masse gehörigen Gesteine gegen West und Nordwest, so daß sich westlich des Gebietes von Strechau bei Rottenmann und Oppenberg die Gesteine der Grauwackenzone vom Norden her und die Wölzer Glimmerschiefer vom Süden her über der abgetauchten Seckauer Masse schließen (K. METZ, 1964, 154ff.). Auch der zur Gleinalm gehörige Gneis-Amphibolitzug des Schuppenstreifens findet westlich Oppenberg ein tektonisch bedingtes Ende.

Die südlich des Schuppenstreifens folgenden Wölzer Glimmerschiefer gehören eindeutig in das tektonisch Hangende. Dies zeigen nicht nur die Profile südlich der Bösensteingruppe, wo die Glimmerschiefer mit tektonischer Diskordanz über dem Schuppenstreifen liegen, sondern es ergibt sich auch aus dem Profil durch die Gaaler Schuppenzone beim Ort Gaal. Profil Nr. 3 zeigt nördlich der Schuppenzone einen von oben her in die Seckauer Gneise post-

kristallin eingeklemmten Keil von Glimmerschiefern und Wölzer Amphibolit. Das ergibt einen deutlichen Hinweis, daß die Wölzer Glimmerschiefergruppe einst die Seckauer Masse wenigstens teilweise tektonisch überschoben hat.

Im Norden liegt die tiefere Einheit der Grauwackenzone mit Karbon und kristallinen Schuppen an einer steil N-fallenden Überschiebungsbahn über Seckauer Gneisen und mächtig entwickelter Rannachserie. Dies ist der Fall zwischen Trieben im Paltental und Mautern im Liesingtal. Westlich davon haben die postkristallinen Bewegungen der Bösensteinmasse unter Überkippungserscheinungen und Zerbrechungen eine lokale Überschiebung der Gneise über den Phylliten der Grauwackenzone erzeugt (K. Metz: 1964, 140ff.). Östlich von Mautern setzt auch eine senkrechte Störungsbahn zwischen den Seckauer Gneisen und der Rannachserie ein, wobei letztere tektonisch stark reduziert wird und sich nur mehr als steiler, schmaler Streifen gegen Osten in das Murtal über Leoben und Bruck fortsetzt (K. Metz, 1938, Karte, 1953, 75).

Hier im Osten wird der Körper der Seckauer Gneise immer schmäler und niederer, die Gneise sind stark zerbrochen, und östlich von St. Michael im Murtal verschwinden sie zwischen der sie nördlich begrenzenden Störung gegen die Rannachserie, und der südlich liegenden Störung gegen das Kristallin der Gleinalm. Sie sind von hier ab als autonomer tektonischer Baukörper nicht mehr nachweisbar.

Es muß in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen werden, daß die Gaaler Schuppenzone gegen Osten unter dem Miozän des Seckauer Beckens verschwindet und daß von hier ab nur mehr die Bruchstörungen nachweisbar sind, die auch als Mylonitstreifen morphologisch sichtbar weiter gegen Osten ziehen (Trasattel-Linie, W. Schmidt, 1920, 542). Im Bereich zwischen Gaal und Kraubath läßt sich überdies zeigen, daß die Bauzüge der Seckauer Tauern durch die jungen Störungen spitzwinkelig abgeschnitten werden.

Somit verschwindet die Seckauer Gneismasse gegen Osten, und es ist zwischen Leoben und Bruck im Murtale nur mehr die tektonisch eingeklemmte und verquetschte Rannachserie zwischen der Grauwackenzone im Norden und dem Kristallin der Gleinalm vorhanden. Auch die den Wölzer Tauern zugehörigen Glimmerschiefer des Flatschacher Zuges verschwinden gegen Osten unter dem Tertiär des Murtales.

2. Wir wenden uns nun der großen Glimmerschiefermasse der Wölzer Tauern zu, deren tektonisches Verhältnis zur

Seckauer Gneismasse bereits kurz erwähnt wurde. Die neuen Kartierungen im östlichen und zentralen Teil der Wölzer Tauern erlauben heute bereits eine Übersicht über die tektonische Gestaltung dieses ausgedehnten Kristallinkörpers. Zahlreiche marmorführende Horizonte („Brettsteinmarmore" der alten Bezeichnung) geben Gliederungsmöglichkeiten in der sonst kaum in Horizonte irgendwelcher Art aufzuteilenden recht eintönigen Glimmerschiefermasse. Zwei wichtige Erkenntnisse weisen jedoch den Weg zu einer tektonischen Auflösung.

Es ergab sich einerseits, daß die Marmore südlich des Hauptkammes faziell einer besonderen Gruppe gegenüber jenen darstellen, die im Norden des Hauptkammes in den Glimmerschiefern eingebaut sind. Wie in einigen Arbeiten genauer dargestellt wurde, besteht der begründete Verdacht, daß in den nördlichen Marmoren auch solche mesozoischen Alters auftreten, während das im Süden nicht der Fall ist (D. SKALA, 1964: 115; K. METZ, 1957: 216, 1962: 212/213, 1964: 159).

Dies führt nun zu einer Aufteilung der im Rahmen der Glimmerschiefer auftretenden Karbonatgesteine nach lithofaziellen Gesichtspunkten und erlaubt eine schärfere Trennung des alten Begriffes der „Brettsteinmarmore"

Gleichzeitig erwies die Kartierung aber auch die Tatsache, daß im Süden des Hauptkammes tiefliegende Gruppen von Glimmerschiefern und demnach auch liegende Marmorhorizonte vorhanden sind, während man gegen Norden zu in immer höhere Anteile des Gesamtschichtstoßes kommt. Bezogen auf die Marmore heißt das, daß die nördlichen, mithin auch die auf Mesozoikum verdächtigen Karbonatgesteinszüge auch in höheren Glimmerschiefer-Anteilen liegen, als die südlichen.

Die liegenden Glimmerschiefer-Areale des Südens sind vielfach grobkristallin, rein mesozonal mit Staurolith und Disthen neben reichlichem Biotit, während die hangenden Partien im Norden meist feinkörniger sind, neben schwindendem Biotitgehalt reicher an Serizit werden und oft ein rein phyllitisches Grundgewebe aufweisen. Klare stoffliche Verschiedenheiten waren dagegen zwischen Liegend und Hangend bis jetzt nicht auffindbar.

Die schon erwähnten Glimmerschiefer, die sich vom Süden her tektonisch über den Schuppenstreifen südlich Oppenberg geschoben haben, gehören in die hangende Gruppe und enthalten immer im annähernd gleichen Horizont eine lange Reihe von Kalk- und Dolomitlinsen, gelegentlich mit weißlich-gelben Serizitschiefern und hellen Serizitquarziten. Diese sind als Mölbeggschuppen beschrieben (H. GAMERITH, 1964: 88; K. METZ, 1964:

140, Taf. 4) und werden als wahrscheinliches Mesozoikum betrachtet[1]. Durch die Pölslinie getrennt, treten weiter im Südosten, südlich der Schuppenzone von Gaal gleiche Einschuppungen von Kalk-Dolomitlinsen auch in Glimmerschiefern des Flatschacher Zuges auf.

Ein besonderes, aber gleichfalls tektonisch zwischen Hangendtypen der Glimmerschiefer eingeklemmtes Profil liegt auf dem Steinwandkogel (K. METZ, 1963b, 29).

Auch dieses muß sehr wahrscheinlich als mesozoisch betrachtet werden.

All diese Vorkommen sowie die bekannten Züge des Gumpeneck (zuletzt D. SKALA, 1964: 120) und die Schuppen von Rannachserie erweisen, daß die Glimmerschiefer der Wölzer Tauern einer recht bedeutenden alpidischen Tektonik unterworfen gewesen sein müssen.

Diese Tektonik erfolgte postkristallin zur Hauptmetamorphose der Wölzer Glimmerschiefer. Rekristallisationen oder metamorphe Umprägungen spielten dabei, soweit bis jetzt bekannt ist, eine nur ganz untergeordnete und lokal beschränkte Rolle (z. B. R. VOGELTANZ, 1964: 136). Bei der mechanischen Prägung entstanden neue Schieferungsebenen, teilweise symmetrisch (in h0l) zum alten B der Verformung, teilweise gegen dieses etwas verdreht (Fig. 3). An ihnen erfolgte eine Zergleitung, die in den östlichen und zentralen Wölzer Tauern einen vorwiegend flachwelligen Bau aufweist, der nur örtlich durch steile gefaltete Zonen unterbrochen ist. Auf diesen Zergleitungsbau scheint auch der heute vorliegende Einbau der Marmore zurückführbar zu sein, der wild gefaltete Marmorkörper oft diskordant zu ihrem Innenbau in den Glimmerschiefern eingeschlichtet zeigt (W. FRITSCH, 1953). Erst weiter im Westen, z. B. im Knallsteinkamm, finden sich mächtige Profile in steilflächigem Falten- und Schuppenbau.

Nach dem Typus der studierten Bewegungsbilder und nach Ausweis der vorliegenden Profile fassen wir den alpidischen Bau der Wölzer Glimmerschiefer als einen großzügigen Zergleitungsbau auf, bei dem die jeweils hangenden Anteile stärker nordwärts vorgeglitten sind, als die dazu liegenden (Gleitung von Hangendem gegen Nord über Liegendes)[2].

Der Unterschied der Tektonik der Wölzer Glimmerschiefer gegenüber dem alpidischen Bauschicksal der Seckauer Tauern

[1] Aus später noch zu erörternden Gründen wäre in den Mölbeggschuppen auch die Anteilnahme von Karbon zu erwägen.

[2] Siehe dazu grundsätzliche Erläuterung, B. SANDER, 1921, 180, 186—188.

mit ihrer Metamorphose zeigt sich nun sehr klar. Wir werden in einem späteren Abschnitt darauf noch zurückkommen müssen.

3. Im Bereiche des Murtales bei Fohnsdorf sinken die Wölzer Glimmerschiefer des Flatschacher Zuges gegen Süd unter Anteilnahme von E—W-Brüchen unter das Tertiär des Aichfeldes ein.

Westlich des Pöls-Lavanttaler Störungssystems (K. Metz, 1962: 221) kann im Murtal zwischen Judenburg und Scheifling keine entscheidende Grenzstörung nachgewiesen werden, da auch die Marmorzüge von Oberzeiring gegen SE über Judenburg hinaus weiterziehen und von hier ab schon den Seetaler Alpen (Zirbitzmasse) angehören. Auch die mit ihnen verbundenen Glimmerschiefer, Amphibolite, Pegmatite entsprechen hier durchaus dem Typus der Wölzer Tauern.

Die weit nach Süd ausgedehnte Hochzone des Zirbitz-Kristallins setzt sich südwärts in die Saualm fort, wo zur Zeit intensive Untersuchungen im Gange sind, die bereits wichtige Ergebnisse geliefert haben (E. Clar et al., 1963 mit Lit.).

Über das Zirbitzgebiet selbst können aus laufenden Arbeiten zunächst nur wenige Angaben gemacht werden, und es ist ein Anliegen der kommenden Jahre, die Beziehungen der südlichen und nördlichen Anteile dieser Kristallinmassen zueinander abzuklären.

Nach den bisherigen Ergebnissen im Saualmraum scheint für die bis 9000 m mächtige Kristallinmasse heute folgende Auffassung wohl gerechtfertigt zu sein: Es liegt hier ein variskisch zuletzt geprägter Block vor, dessen Spanne der Metamorphose von der Katazone bis zur Epizone reicht. In einer mehrfach sich wiederholenden stofflichen Folge (Marmorfolgen, Pegmatithorizonte) findet voralpidische, wohl variskische Tektonik mit Schuppung und Überschiebungen ihren Ausdruck (W. Fritsch, 1962; E. Clar, 1963: 36ff.).

Alpidische Ereignisse scheinen nur in Form einer Bruchtektonik stattgefunden zu haben, ohne erkennbare Gefügeüberprägung im Einzelbereich, wenn man von den lokalen Wirkungen der Bruchstörungen absieht. Das bedeutet, daß in den von der Bruchtektonik nicht beeinflußten Gesteinskörpern die voralpidischen Strukturen voll erhalten geblieben sind.

Von großer Wichtigkeit scheint mir nun die Schlußfolgerung der Kärntner Arbeitsgruppe, daß das Altpaläozoikum im Süden als minder metamorphes (anchimetamorphes) Hangendglied der Gesamtfolge in fließendem Gefüge- und Metamorphoseverband

mit seiner Kristallinbasis steht und daß örtlich Altpaläozoikum auch in mesometamorphe Profilanteile hinein verfolgt werden kann. Das würde eine in variskischer Zeit erfolgte Einbeziehung des Paläozoikums in tektonischer Hinsicht und zum Teil mit gemeinsamer Metamorphose bedeuten (E. Clar, 1953; W. Fritsch, 1960). Diese Aussage wird nun allerdings von H. Flügel (1963: 432/433) stark bezweifelt, worauf später noch (pag. 244) einzugehen sein wird.

Von der Saualm gegen Norden herrschen nun die schon angedeuteten Unsicherheiten. Wir wissen heute noch nicht, welche Horizonte der marmorreichen Folgen aus dem Saualmsystem ihre Fortsetzung über das Zirbitz-Nordgebiet nach Judenburg und weiter bis Oberzeiring (Wölzer Tauern) finden. Aber die Tatsache des Durchstreichens solcher Marmorzüge mit Pegmatit nach Nordwest in die Wölzer Tauern muß als wichtig vermerkt werden. Wir müssen jedoch beim Versuch einer Interpretation der Lagerungsverhältnisse zwischen Wölzer Glimmerschiefern und Zirbitzkristallin noch zwei Umstände beachten.

So fand A. Thurner (Verh. G. B. A. Wien, im Druck) westlich Judenburg, zwischen St. Peter und St. Georgen unter den mächtigen Paraserien der Nordabhänge des Zirbitz einen Zug saurer granitischer Gneise mit starker postkristalliner Zerbrechung. Diese müssen hinsichtlich ihrer Zugehörigkeit sowie ihrer etwas ungewöhnlichen Stellung in den Glimmerschieferserien noch als ungeklärt bezeichnet werden. Die Profile, in denen die stark zerbrochenen Gneise liegen, lassen aber den Gedanken aufkommen, daß ihre heutige Überlagerung durch grobkristalline Glimmerschiefer, Marmore, Amphibolite, Pegmatite des nördlichen Zirbitz durch eine postkristalline wohl alpidische Überschiebung zustande gekommen sein kann.

Es drängt sich aber noch folgende weitere Überlegung auf: Wir haben im Bereich der Wölzer Glimmerschiefer eine starke alpidische Zergleitung erkennen können. Dieser steht nun im Baukörper von Zirbitz-Saualm eine nur durch Zerbrechungen dokumentierte alpidische Tektonik gegenüber. Die Abwesenheit einer alpidischen Zergleitungstektonik, die das ältere Gefüge postkristallin deutlich überprägt hätte, scheint zumindest für den südlichen Saualmkörper durch die überaus genauen Aufnahmen der Hüttenberger Arbeitsgruppe genügend belegt zu sein.

Für die folgende Überlegung berücksichtigen wir nun noch, daß wir vom Norden der Wölzer Glimmerschiefer gegen Süden in immer tiefere und gröber kristalline Anteile kamen, zu denen die im Zirbitzkogel vorliegenden Glimmerschiefer eine Fortsetzung

in das Liegende darstellen können. Als Arbeitshypothese wäre dann folgender Schluß denkbar:

In den Wölzer Glimmerschiefern steht eine starke alpidische Zergleitungsmechanik mit Überprägung älterer Strukturen einer alpidischen Bruchtektonik im Süden (Saualm) gegenüber, bei der voralpidische Strukturen erhalten blieben. Möglicherweise wäre die vermutete Überschiebung der Zirbitz-Nordseite unter diesen Aspekten als Blocküberschiebung der Zirbitzmasse mit unbekanntem Betrag der Horizontalkomponente zu deuten. Bei dieser Betrachtungsweise würden aber die Wölzer Glimmerschiefer ein ursprünglich hangender Anteil des Zirbitz-Saualmkristallins sein, der alpidisch gegen Nord abgeglitten ist.

Dieser mögliche alte Zusammenhang zwischen Nord und Süd kann aber heute nur mehr in dem durch die Hochlage des Zirbitz-Saualmblocks gegebenen Teilstück Judenburg—Scheifling erkennbar sein.

Am Westrand sinkt das Kristallin an dem neuerdings genau bearbeiteten System des Görtschitztalbruches (W. Fritsch, 1951) in die Tiefe, und an die Stelle des Zirbitz-Saualmkristallins treten ganz andere Gesteinsmassen. Damit sind auch westwärts von Scheifling für die Südgrenze der Wölzer Glimmerschiefer ganz andere, nämlich tektonische Bedingungen gegeben.

Von Scheifling über Oberwölz bis Schöder liegt an diesem jungen Störungssystem heute ein klarer stofflicher wie auch struktureller Unterschied zwischen den nördlichen Glimmerschiefern der Niederen Tauern und dem Paläozoikum der Murauer Mulde bzw. flachliegenden Paragneisen im Süden vor (A. Thurner, Geolog. Karte, Stadl-Murau, Geolog. B. A. Wien, mit Erl. 1957, 1958). Dazu kommt, daß im Grenzbereich bei Oberwölz Kalke und Dolomite eingebaut sind, die mir faziell eher einem Mesozoikum als einem Paläozoikum zu entsprechen scheinen. Auch die an den neuen Güterwegen sichtbaren Aufschlüsse, sowie die örtlich gewaltige Mylonitisierung dieser Gesteine bestärkt die Auffassung, daß es sich hier um tektonisch eingeklemmte Fremdkörper gegenüber den Glimmerschiefern im Norden und dem Paläozoikum bzw. den Paragneisen im Süden handelt.

b) Zur Deutung des tektonischen Baubildes

Im heutigen, durch alpidische Verfrachtungstektonik gegebenen Baubild stellen die Seckauer Tauern als gut umgrenzter und definierbarer Baukörper das am tiefsten liegende Bauglied innerhalb ihrer Umrahmung dar. Im Norden liegt tektonisch über ihnen die

tiefere Einheit der Grauwackenzone, im Süden sind wenigstens teilweise nachweisbar die Glimmerschiefer der Wölzer Gruppe über Seckauer Gneise geschoben worden.

Die südlichen Schuppenzonen (Gaal und Hochgrößen) enthalten neben Schuppen von Mesozoikum (Rannachserie) auch den Gneis-Amphibolit-Serpentin, den wir zur Gleinalm zählen, und der stets unter den Wölzer Glimmerschiefern liegt. Die heutige Position der Wölzer Glimmerschiefer ist ein Ergebnis der zuvor kurz beschriebenen alpidischen Zergleitungstektonik. Aus den durch die Kartierungen gewonnenen Profilen ergibt sich eine nicht affine Zergleitung mit maximalen Gleitbeträgen der hangenden Anteile gegen Nord, so daß die jeweils liegenden Pakete im Süden zurückbleiben.

Wenn wir einer Überlegung über die beträchtlichen Transportweiten die Annahme einer Heimat der Glimmerschiefer im Hangenden des Zirbitzkristallins zugrunde legen, so ergeben sich folgende Näherungswerte:

Für die Brettsteinmarmore im engeren Sinne ergibt sich als Gesamt-Gleitbetrag bei einer theoretischen Ausgangslage bei Judenburg im Raum der tieferen Gruppe von Oberzeiring etwa 9—10 km, für die Marmore bei Brettstein-Pusterwald etwas über 20 km. Für die hangendsten Glimmerschiefer des Raumes Hochschwung, südlich Donnersbach, resultieren rund 30 km.

Im Zuge dieser postkristallinen Zerscherung mit Gleitlinsenbau erfuhren die voralpidischen Strukturen der Wölzer Glimmerschiefer eine starke Überprägung, die sich örtlich sehr deutlich in einem jüngeren s_2 gegenüber dem alten s_1 anzeigt (K. Metz, 1954: 376). Erst durch die Summierung der auf den Einzel-Gleitebenen erzielten Teilverschiebungen konnten die zuvor genannten Gesamtbeträge zustandekommen. Besonders bevorzugten, im Gelände individualisierbaren Gleitbahnen dürfte dabei höchstens ein Verfrachtungsbetrag von wenigen Kilometern zukommen.

Eine solche Mechanik konnte dagegen im Bau der Saualm bis jetzt nicht nachgewiesen werden. Die hier vorliegende alpidische Gesteinsbeanspruchung folgt einem anderen Stil im Zusammenhang mit der Bruchtektonik.

Hinsichtlich des tektonischen Baustiles der einzelnen Einheiten lassen sich noch folgende charakterisierende Angaben machen: Der innere Bau der Seckauer Tauern östlich der Pölsfurche zeigt im Gegensatz zu seiner südlichen Randzone (Gaaler Schuppenzone) einen auffallend flachwelligen Bau, in dem postkristallin zur Hauptkristallisation noch Auf- und Überschiebungen, Stauchungen und erhebliche Zerbrechungszonen

eine Rolle spielen. Die Teileinheiten der Bösensteingruppe liegen dagegen viel steiler, enger gepreßt, was nach meiner Auffassung mit der schon erwähnten jungalpidischen Aufschiebung gegen NNW über die Grauwackenzone zusammenhängt.

Die tiefere Einheit der Grauwackenzone zeigt so wie auch ihre Überschiebungsbahn über der Rannachserie einen vorwiegend steilflächig nordwärts einfallenden Falten- und Schuppenbau, in welchen von Mautern im Liesingtal gegen Osten auch die Rannachserie mit einbezogen ist.

In ganz auffallendem Gegensatz zur steilflächigen Schuppentektonik der Grauwackenzone sowie der Gaaler- und Hochgrößenschuppen steht der über weite Räume hin ausgedehnte flachwellige Bau der Wölzer Glimmerschiefer. Im einzelnen zeigen die flachliegenden Gleitlinsen häufig Lagen mit einer liegenden isoklinalen Feinfaltung mit starker Zerscherung in h01, walzenförmig zu B-Tektoniten verformte Einzelkörper (z. B. Marmor-Quarzitwalzen). Steilflächige Stauchungen mit starker Faltung treten gut abgrenzbar nur in einzelnen Streifen oder breiteren Zonen auf. Erst weiter im Westen (z. B. Knallsteinkamm) wird die Gesamtlagerung steiler und enger gerafft (K. Metz, 1954).

Auch die Südrandzone der Wölzer Tauern im oberen Murtal ab Oberwölz liegt steiler als die nördlich anschließenden, inneren Zonen. Damit steht diese Südrandzone auch in der Lagerung in scharfem Gegensatz zu den Einheiten der Murauer Senke mit ihrem flachwelligen Bau.

Im Zirbitz-Saualmblock finden wir ebenfalls einen im Gegensatz zu den erwähnten Schuppenzonen an den steilflächigen Grenzfugen der Großeinheiten überaus flachen Bau mit breiter Entfaltung der einzelnen Teilpakete.

Bei einer Gesamtbetrachtung des bisher behandelten ostalpinen Kristallin-Anteiles zeigt sich, daß eine alpidische Metamorphose von regionaler Prägungskraft überzeugend in den Seckauer Tauern gegeben ist.

In einem noch nicht klar abgrenzbaren Bereich der Schladminger Tauern müssen wir heute im Granitgneiskern der Hohen Wildstelle, wie im Bauleiteckzug nach den Studien von E. H. Weiss (1958) ebenfalls mit alpidischer Metamorphose vom gleichen Typus rechnen, wie dies von F. Angel, F. Heritsch (1931) schon vermutet worden war.

Im Osten sind es erst wieder die Grobgneise, die nach den Ergebnissen der Studien von H. Wieseneder eine alpidische Neukristallisation erlebt haben (1961, 1962).

Nur an wenigen Stellen läßt sich zeigen, daß die Kristallisation der Seckauer Masse über ihren heute tektonisch bedingten Rahmen hinausgegriffen hat.

Dies ist zunächst in der tieferen Einheit der Grauwackenzone des Mur- und Liesingtales nachweisbar. Hier tritt in den im allgemeinen phyllitisch metamorphen Gesteinen häufig eine vorwiegend posttektonische Mineralsproßung auf, die mineralfaziell der Seckauer Kristallisation angeschlossen werden kann.

Jeweils örtlich begrenztes Wachstum von Biotit, Muskowit, kleinem Granat, grüner Hornblende, Wachstum klarer Albite in Phylliten und Chloritschiefern, welch letztere bei Sproßung von Hornblende, Epidot, Karbonat, prasinitischen Charakter erhalten (dazu K. Metz, 1940: 183, 1949, Aufnahmsbericht, Kalwang).

Viel seltener glückte ein solcher Nachweis im Bereiche der Wölzer Glimmerschiefer. Hier muß vor allem eine von R. Vogeltanz (1964: 136) beschriebene posttektonische Biotitisierung und Karbonatbildung (Floititisierung) in Amphiboliten westlich von Möderbrugg erwähnt werden. Es handelt sich aber um eine nur schmale Zone im üblichen mesozonalen Gesteinsbestand. Neuerdings wurden noch einige weitere Kleinvorkommen ähnlicher Art gefunden.

Die posttektonische Sproßung von Biotit, gelegentlich von junger grüner Hornblende in Amphiboliten, von Muskowit im s von Glimmerschiefern kann mit einiger Wahrscheinlichkeit als alpidisch betrachtet werden und könnte mit der benachbarten Seckauer Kristallisation in Zusammenhang zu bringen sein.

Ungewiß bleibt dies hinsichtlich der Beobachtungen bei Granat. Sehr häufig kann die Sproßung einer jüngeren Granatgeneration gegenüber einer älteren mit verdrehtem s_i gegenüber s_e gemacht werden. Der jüngere, um das ältere Korn wachsende Granat zeigt $s_e = s_i$ und Gleiches zeigen Granatholoblasten, die skelettartig um Faltenkerne wachsen, ohne spätere Zerbrechung zu zeigen. Wir wissen daraus nur, daß ein jüngeres Granatwachstum posttektonisch zur Hauptverformung einzuordnen ist, aber weitere Aussagen zur Präzisierung des Wachstumsalters lassen sich zunächst noch nicht machen.

In diesem Zusammenhang muß des Fundes von W. Fritsch (1953) von kleinen farblosen Granaten in Kalkmarmoren gedacht werden, die wir als mögliches Mesozoikum deuten (Gumpeneckmarmore, dazu D. Skala, 1964).

Es erscheint nicht unbedingt sicher, daß wir diesen Granattypus der früher erwähnten jüngeren Generation anschließen dürfen, und es muß weiterhin bedacht werden, daß es auch ein

schwaches Mineralwachstum als Austauschreaktion in Zentimeter breiten Säumen an Marmor-Randzonen gibt.

Dürfen wir solche lokale Reaktionsbildungen als Anzeichen alpidischer Regional-Metamorphose werten?

Ein weiterer, hier zu behandelnder Punkt betrifft die Pegmatite der südlichen Wölzer Tauern. Sie nehmen regional einen Horizont ein, der durch die eigentlichen Brettsteinmarmore, im südlichen, d. h. liegenden Anteil der Glimmerschiefer gegeben ist. Sie sind oft auf das engste in die Internfaltung der Marmore einbezogen, sind teilweise stark geschiefert, anderseits aber auch als mächtige linsige Körper ohne Spur postkristalliner s-Gefüge im Umgebungsgestein eingebaut. Ob wir hier eine ältere und eine jüngere Generation erblicken dürfen, wissen wir noch nicht. Altersmessungen liegen zur Zeit leider noch nicht vor, so daß sie in die hier zu behandelnden Erwägungen noch nicht einbezogen werden können.

Sonach ergibt sich vorläufig der Schluß für den Bereich der östlichen und zentralen Wölzer Tauern, daß wir bis auf das mengenmäßig verschwindend kleine Mineralwachstum in Amphibolit und Glimmerschiefer, das erwähnt wurde, keine Anzeichen gesicherter alpidischer Metamorphose nachweisen können. Auszunehmen ist hievon allerdings das in Diaphthoresezonen erfolgte Wachstum von Chlorit, Epidot usw., auf dessen interessante Zusammenhänge mit der alpidischen Vererzung E. Clar und O. Friedrich hingewiesen haben (1933).

Die vielfach epizonale Züge tragende Metamorphose der als wahrscheinlich mesozoisch betrachteten Karbonatgesteine läßt sich zwanglos in den Ablauf solcher Ereignisse einordnen.

In unserem südlichen Betrachtungsbereich (Zirbitz-Saualmkristallin) sind nur die im Zusammenhang mit der Vererzung stehenden Mineralisierungen sicher alpidisch (E. Clar, 1963, 47).

Bei einer zusammenfassenden Betrachtung des bisher Gesagten ergibt sich nun der Schluß, daß in dem hier betrachteten Kristallinstreifen die intensivste Wirkung alpidischer Umformung im Norden lag, wo neben einer die älteren Strukturen überwältigenden mechanischen Verformung auch alpidische Metamorphose durchgegriffen und im Seckauer Körper para- bis posttektonisch zur gesamten Verformung die heute vorliegende Gesteinswelt geprägt hat.

c) Der Begriff des Muralpen-Kristallins

Der so wesentliche Unterschied, der in den alpidisch kristallisierten Gneiskörpern gegenüber den alpidisch nicht mehr metamorphosierten Kristallinkörpern vorliegt, erfordert eine Revision

des Begriffes der Muralpen, wie er von R. SCHWINNER noch 1951 definiert und seither mehrfach verwendet worden ist. Nach dieser Definition dürfen wir die Seckauer und Schladminger Tauern nicht mehr zu den Muralpen rechnen, da sie wie auch die Grobgneise des Ostens in alpidischer Zeit eine völlig neue Tracht aufgeprägt erhalten haben.

Dazu kommen noch zwei weitere wichtige Argumente, die für ihre Abtrennung vom Komplex der Muralpen sprechen. Das eine Argument liegt in dem Umstand begründet, daß wir ja mit ANGEL-HERITSCH 1931 ihre Typenverwandtschaft mit den tauernkristallinen Gneisen immer wieder betonen müssen, mit einer Kristallingruppe also, die geradezu wesentlich für den Unterschied Penninikum—Altkristallin herangezogen wird.

Ein weiterer Grund liegt aber auch im stofflichen Bestand der mit den alpidisch kristallisierten Gneisen stets verbundenen übrigen Gesteine. Es zeigt der Altbestand der Seckauer Masse neben den serizitisch-quarzitischen Schiefern der Rannachserie vorwiegend feinkörnige Biotitschiefer und Biotitparagneise, wenig Hornblendegesteine, aber wahrscheinlich bedeutende Massen von Orthogneisen. Es fehlen Karbonatgesteine, die sonst so mächtigen Amphibolite, Pegmatite, Glimmerschiefer. Die Gneise der Wildstelle sind nach E. H. WEISS weitgehend mit feinkörnigen quarzitischen Gesteinen verbunden, und die Grobgneise im Osten zeigen eine Verbindung mit einem von R. SCHWINNER schon immer vom Muralpen-Kristallin abgetrennten Komplex metamorpher Serien.

Wenn wir nun die alpidisch kristallisierten Gneise vom Mur-Alpen Kristallin abtrennen, so ist damit ausgedrückt, daß ihre Serienbestände auch stofflich von der üblichen Muralpen-Gemeinschaft abweichen.

Vom üblichen Bestand des Muralpen-Kristallins und seiner Tracht scheint aber außerdem noch im Westen eine Gruppe kristalliner Gesteine abzuweichen. Es ist dies das Kristallin der Bundschuh-Täler mit den Orthogneisen und die eigenartige Paragneisgesellschaft des oberen Murtales westlich von Murau.

Dieser von A. THURNER (1927, 1929) beschriebene Kristallinkomplex weicht in seinem Gesteinsbestand sehr erheblich von den Glimmerschieferkomplexen der Niederen Tauern im Norden sowie von den Radentheiner und Millstätter Serien im Süden ab.

Ich halte es daher für richtig, diesen Komplex als Bundschuh-Stadl-Kristallin den eigentlichen Muralpen an die Seite zu stellen, wenn wir heute auch noch keine klare Vorstellung von der Bedeutung der angedeuteten Unterschiede haben.

Als Muralpen im engeren Sinn betrachten wir sonach nur mehr jene Kristallingruppen östlich der Hohen Tauern, wie sie auch von F. Angel hinsichtlich ihrer Serienbestände und ihrer kristallinen Tracht als Großeinheit aufgefaßt wurden. (Glein-Stubalm, Zirbitzmasse, Kor-Saualm, Radenthein-Millstätter Kristallin, Glimmerschieferkomplex der Niederen Tauern mit ihren zugehörigen Gesteinsserien Troiseckzug, Anger-Kristallin.)

Es muß erwähnt werden, daß für diese Muralpengemeinschaft auch weiterhin die Wahrscheinlichkeit aufrechterhalten wird, daß vorkarbones Paläozoikum in metamorphen Zustand mit einbezogen ist. Ich möchte auch, wie schon 1957: 221, 244, die Meinung aufrechterhalten, daß Isograde der Metamorphose örtlich diskordant zum Schichtbau des Gebirges verlaufen. In diesem Zusammenhang scheint die Feststellung metamorpher Übergänge vom Kärntner Paläozoikum in die kristallinen Serien der Saualm von weittragender Bedeutung zu sein (E. Clar, 1963; W. Fritsch, 1962 sowie jüngste mündliche Mitteilungen). Es scheint mir daraus der aus anderen Erwägungen gezogene Schluß, daß das Mittelkärntner Paläozoikum primär auf gegen Süden abnehmend metamorphem Muralpenkristallin lag, eine bedeutende Stütze zu erhalten. Gleichzeitig scheint sich damit die Andeutung einer primären Südgrenze dessen anzuzeigen, was wir als Muralpenkristallin bezeichnen.

Dem Kristallin der Seckauer Tauern, wie auch dem als Bundschuh-Stadlkristallin bezeichneten Komplex fehlen dagegen alle auf Paläozoikum deutenden Indikationen.

II. Der Bereich von Gurktaler Alpen und Murauer Paläozoikum

a) Übersicht

Da wir die phyllitischen Massen dieser Zone als minder metamorphes Deckgebirge der alten Muralpen-Masse betrachten, welches unter Gleitlinsenbildung gegen Nord verfrachtet wurde, müssen wir es in unseren Betrachtungskreis einbeziehen.

Die auffallende Tieflage dieser den höchsten ostalpinen Einheiten zugezählten Masse zwischen Hohen Tauern und der hochgehobenen Saualm-Masse erfordert höchste Aufmerksamkeit.

Der westlich des Systems der Görtschitztalbrüche (E. Clar, 1951, W. Fritsch, 1963) erzeugte Senkungsraum erstreckt sich vom Norden, also von der S-Grenze der Niederen Tauern nach Süden bis zum Kärntner Seenkristallin und nach West bis zu dem

unter den Gurktaler Phyllitmassen heraustauchenden Kristallin von Radenthein—Bundschuh—Stadl—Schöder. Weitaus der größte Anteil dieses Raumes ist heute von den phyllitischen Massen der Gurktaler und Murauer Zone erfüllt, einem Gebiet, das in seinem südlichen Anteil erst in den letzten Jahren eine genauere geologische Bearbeitung erfahren hat. Nach den nur Einzelteile erfassenden Arbeiten von R. SCHWINNER (1927—1938) sind es vor allem die Kartierungen von P. BECK-MANNAGETTA, die eine Fülle von neuen Kenntnissen gebracht haben. Es ist bedauerlich, daß die Hauptarbeit (1959 mit Karten) so schwierig lesbar und so wenig übersichtlich ist, was die Verwertung der bedeutenden Materialfülle wesentlich erschwert. Im SE (Gegend von St. Veit a. d. Glan) liegen Arbeiten von W. FRITSCH (1954) und H. HAJEK (1962) vor, aus dem Westteil haben wir Angaben von E. ZIRKL (1955, 1956).

Der nördliche Teil des Murauer Paläozoikums erfährt durch A. THURNER auch nach dem Erscheinen des Kartenblattes mit Erläuterungen (1958) eine ständige Ergänzung und Vertiefung der Kenntnisse.

Die teilweise offenen Fragen der Existenz von Schollen und Schuppen von zentralalpinem Mesozoikum im nördlichen Anteil des Gesamtraumes stehen auch heute in Diskussion. Sie haben aber in den synthetischen Versuchen durch H. FLÜGEL (1960) und A. TOLLMANN (1959) eine wichtige Ausgangsstellung eingenommen und werden dies auch in den folgenden Ausführungen tun. Von A. TOLLMANN stammt hiebei in allerdings sehr stark generalisierender Form die Neufassung des Begriffes ,,Gurktaler Decke", die in der unmittelbaren Folgezeit von mehreren Seiten her kritische Stellungnahmen auf den Plan gerufen hat.

Ein Überblick über die neuen Arbeiten zeigt uns nun, daß die Ergebnisse trotz intensiver und ausgedehnter Geländestudien der einzelnen Autoren Differenzen aufweisen, die hier allerdings nur so weit zur Sprache kommen sollen, als es für das Ziel dieser Studie belangvoll erscheint.

So wurde von P. BECK-MANNAGETTA der Begriff der Metadiabasserie A. THURNERS weiter gefaßt und P. BECK setzt die in den Gurktaler Bergen auftretenden Grüngesteine und ihre Begleiter ohne wesentliche Überprüfung den Metadiabasen THURNERS im Murauer Raum gleich. Damit kommt er auch zu einer Gleichstellung mit der Magdalensbergserie (F. KAHLER, 1953) in Mittelkärnten. Gerade in der so weiten Fassung, wie BECK die Metadiabasserie annimmt, liegt jedoch eine nicht zu unterschätzende

Gefahr. Dies gilt in diesen Gebieten umso mehr, als häufige und starke Fazieswechsel in den paläozoischen Räumen dieses Gebietes allen Bearbeitern bewußt geworden sind. Nach meiner Kenntnis scheint mir nun die von A. Thurner gewonnene Einordnung diabasischer Grüngesteine im Bereich von Neumarkt sehr wichtig zu sein (A. Thurner, 1959/2). Danach liegen diese Gesteine unter dem Murauer Kalk-Kalkschieferniveau, während die Metadiabasserie darüberliegt. Die Deutung dieser Tieflage, ob primär oder tektonisch tiefere Einheit, ist auch bei A. Thurner zunächst noch schwankend. Sicher aber ist, daß diese Gruppe der „prasinitischen Diabase" mit Phylliten verbunden ist, die bei grünlicher Farbe durch rostige Lagen mit Quarz und Karbonat ausgezeichnet sind (Chlorit-Serizitphyllit mit rostigen Lagen bei A. Thurner). Diese Phyllite tauchen in dieser tiefen Position ebenso wie als „obere Phyllite" nach A. Thurner über den Murauer Kalken auf. Dieser Typ spielt in den Gurktaler Alpen eine sehr bedeutsame Rolle. Es wird besonders vermerkt, daß er der nördlichen Grauwackenzone völlig fremd ist.

Wir stehen also im Augenblick vor der Frage, ob es nur einen einzigen Horizont mit diabasischen Gesteinen oder deren zwei gibt.

Gibt es nämlich zwei Horizonte, dann liegt der tiefere, prasinitische Diabas A. Thurners als stratigraphisch tieferes Element bei Neumarkt unter dem Murauer Kalk + Metadiabas. Dann wäre vielleicht auch in den epizonalen Diabas führenden Komplexen im Süden der Saualpe ein solch tieferer Horizont gegenüber der Magdalensbergserie zu sehen. Ungewiß bleibt dann, ob Anteile davon auch im inneren Gurktaler Komplex auftreten, wofür es aber nur Andeutungen gibt.

Im Falle stratigraphischer Gleichheit beider Horizonte im Raum Neumarkt-Murau, müßte man an eine tektonische Auflagerung einer Schuppe der prasinitischen Diabase über Glimmerschiefer und an eine Überschiebung des Murauer Anteiles über sie denken. In diesem Falle wäre im Süden das Verhältnis von Saualpe-Süd zu Magdalensbergserie ebenfalls tektonisch zu deuten. Mit W. Fritsch ist auch H. Hajek der Meinung, daß man mit zwei altersverschiedenen Horizonten zu rechnen habe (Hajek, 1962: 35).

1960: 420 stellt P. Beck-Mannagetta in seiner Übersichtsstudie fest, daß seine Metadiabasserie das Oberkarbon im NW einerseits trägt, es anderseits aber auch überschiebt. Anderseits trägt die südliche, von seiner nördlichen durch die Kristallin-

aufbrüche getrennte Metadiabasserie das Krappfelder Mesozoikum. Daraus darf wohl geschlossen werden, daß dieser durch den Wimitzaufbruch bis gegen Meiselding gegebenen NE-SW Linie große Bedeutung beizumessen sei (Ossiacher Linie SCHWINNERS). Ich möchte, wie später auszuführen sein wird, dieser Auffassung in etwas abgeänderter Form zustimmen. Erwähnt werden muß jedoch sogleich, daß auch in diesem südlichen Raum unter der eigentlichen, praktisch nicht metamorphen Magdalensbergserie noch phyllitisch metamorphe Folgen mit Grüngesteinen auftreten. Ihre Zugehörigkeit zur Magdalensbergserie ist keineswegs gesichert.

Damit scheint aber auch die ganze Fragwürdigkeit einer direkten und diskussionslosen Gleichsetzung von Metadiabasserie (A. THURNER) mit Magdalensbergserie (F. KAHLER) beleuchtet, wogegen sich F. KAHLER auch entschieden wendet.

Unstimmigkeiten zwischen den Autoren bestehen auch in der Interpretation der Porphyr-Materialschiefer (W. FRITSCH, 1957, 1961, u. H. HAJEK, 1962) gegenüber P. BECK (1959, 1960), der sie als Gneismylonite deutet. Schliffe und Gesteinsvergleiche sowie die Kenntnis mehrerer Vorkommen veranlassen mich, der Deutung von W. FRITSCH zuzustimmen. Dieser Deutung zufolge muß ich mich hinsichtlich der Seriengliederung im SE-Teil der Gurktaler Alpen mehr den Ausführungen von W. FRITSCH und H. HAJEK anschließen und kann daher auch die tektonische Grenzzone im Glantalbereich nicht im Sinne BECKS verstehen (BECKS Glantaler Schuppenzone).

Eine weitere, für alle tektonischen Lösungsversuche sehr wichtige Frage liegt in der Deutung der Enklaven kristalliner Gesteine in den Gurktalern. Sind es Aufbrüche oder tektonische Fenster im Sinne einer Gurktaler Decke bei A. TOLLMANN, 1960? Für das Wimitzkristallin entscheide ich mich auf Grund eigener Geländearbeiten und ziemlich lückenloser Einsicht für eine Aufbruchsnatur ohne Ferntransporte des phyllitischen Hangendstockwerkes. Notwendig erscheint mir dabei aber der Hinweis auf die Existenz bedeutender Verschiebungsflächen auch im Kristallin selbst, an denen es zu Wiederholungen von Schichtkomplexen kam (dazu H. HAJEK, 1962, Karte). Hier herrscht also Übereinstimmung der kartierenden Autoren. Ebenso scheint dies für den Aufbruch von Oberhof im obersten Metnitztal zu gelten.

Das Kristallin des Aufbruches von Oberhof ordnet P. BECK (1959: 339) seiner Serie der Granatglimmerschiefer, ebenso wie das Kristallin des östlichen Gurktales und des Wimitzaufbruches zu. Damit wird die etwas später zu behandelnde Frage der Beziehungen

des bisher diskutierten Kristallins zu dem im Westen der Gurktaler Phyllite liegenden angeschnitten.

Es wird hier zunächst nur auf die Tatsache verwiesen, daß entlang des Kärntner Kremstales bis in die Flattnitz das nördlich liegende Kristallin an südfallenden Überschiebungen unter die Millstätter Glimmerschiefer einfällt und daß diese tektonische Bahn räumlich mit der Krems—Metnitz-Schwelle von R. Schwinner zusammenfällt. Dies dürfte von entscheidender Bedeutung für den rechtwinkeligen Knick des Stangalpen-Flattnitz-Mesozoikums sein.

Das zentralalpine Mesozoikum der Gurktal-Murauer Berge erscheint auch nach den neuesten Kartierungen auf deren westliche und nordwestliche Randbezirke beschränkt zu sein. A. Thurner (1960) hat in, wie ich meine, verdienstvoller Weise zur Problematik dieser Einzelvorkommen Stellung genommen. Seine Skepsis scheint mir nun allerdings bei aller Würdigung der tatsächlich bestehenden stratigraphischen Unsicherheiten zu groß zu sein. Seine Argumente liegen einerseits in den dem Paläozoikum oft recht nahestehenden jedoch differenten Fazies einzelner Bauglieder dieser Schollen begründet, anderseits auch in dem Umstand, daß diese Vorkommen nicht auf einheitlicher Unterlage, sondern auf auch tektonisch verschieden zu bewertenden Horizonten liegen.

Ein wichtiger Punkt dieser Diskussion liegt in den Kalk-Dolomitzügen von Oberwölz. Ich halte (S. 265) die stark zerbrochenen und mit Mylonitlagen ausgestatteten Züge entgegen A. Thurner für wahrscheinliche Trias und behandle daher im folgenden auch andere, von A. Thurner genannte Vorkommen des Gesamtraumes als wahrscheinliches Mesozoikum. Für den Raum von Oberwölz und westwärts würde allerdings die Feststellung eines sehr bedeutsamen tektonischen Bewegungsverbandes zu den Glimmerschiefern nicht verändert, wenn sie paläozoisch wären. Bei aller Schwäche, welche lithofaziellen Vergleichen innewohnt, darf jedoch gerade für die hier behandelten Räume die Feststellung getroffen werden, daß immer wieder augenfällige Unterschiede zu den unbestreitbar paläozoischen Schichtfolgen auftreten. Sie lassen dann die in solchen Einzelschollen vorkommenden Gesteinskombinationen als faziell fremdartig erkennen und geben dadurch Hinweise auf deren tektonisch zu wertende Position.

Im Zusammenhang mit den folgenden tektonischen Erwägungen werden weitere an dieses mögliche Mesozoikum sich knüpfende Einzelheiten zu behandeln sein.

b) Tektonische Hinweise

Für die Behandlung tektonischer Fragen ergeben sich für den betrachteten Raum sehr wesentliche und nicht zu übersehende Grundlagen. Zunächst sind die Vorkommen von Mesozoikum bzw. der mit einiger Berechtigung als Mesozoikum annehmbaren Schuppen an den Westen und Nordwesten sowie den Norden des Gebietes gebunden, wobei sie nach A. THURNER in verschiedenen Horizonten auftreten.

Am Westrand und in der Flattnitz liegen auch die bekannten Überschiebungen, die nach A. THURNER ihr Gegenstück am Nordrande des Murauer Paläozoikums finden. Es ist kaum zweifelhaft, daß die eigentümliche Paaler Konglomeratmasse im Westen und Norden über phyllitische Glimmerschiefer mit Einklemmung von Arkosen, Rauhwacken, Dolomiten (Hansennock) bewegt wurde. Es scheint mir sehr wahrscheinlich, daß THURNERS Ackerl-Glimmerschiefer mit all ihren sonderbaren Erscheinungen primäre Basis dieser Paaler Konglomeratmasse waren und mit ihr von der Unterlage abgeschert wurden.

Der S- und SE-Rand dieses Bewegungskörpers ist nicht eindeutig geklärt. Es fehlen hier klare Anzeichen von Überschiebungen, da nach A. THURNER im Süden des Kreischberges Übergänge zwischen liegenden Phylliten zu den Ackerlglimmerschiefern vorliegen und nur örtliche Bewegungsstreifen erkannt werden können.

Die Nordrandüberschiebungen des Murauer Paläozoikums erscheinen dagegen gesichert, wenn auch die von A. TOLLMANN (1959: 19) erhoffte paläontologische Alterserklärung der Kalk-Dolomitzüge des Künsterwaldes noch nicht erfolgt ist.

Sowohl A. THURNER wie auch P. BECK betonen wiederholt, daß im Süden einer Bewegungsmasse keine so eindeutige tektonische Grenze vorliegt, wie es der Klarheit der Überschiebungen des Nordrandes entsprechen würde. In 1960: 482 stellt A. THURNER nun die Existenz kurzer Verschiebungen im Raum Metnitz—Friesach—Eiblkogel fest. Im Süden betrachtet P. BECK (1960: 419) die Grenze der Gurktaler Einheit als Übergangszone zum Kristallin. Für das Karbon im NW wird festgestellt (1960: 420), daß es im Norden als Deckscholle der Trias aufliegt, diese Überschiebungen aber im Süden und Osten ausklingen.

Die Bewertung dieser Feststellungen kann nun natürlich auch als Zeichen von Teil-Überschiebungen im Rahmen der Entstehung einer großen Fern-Verfrachtung durchgeführt werden. Dies scheint aber nur möglich, wenn gleichzeitig genügend Belegmaterial für eine solche Fern-Überschiebung einer Großmasse beigebracht

wird. Dies versuchte A. Tollmann 1959 auf der Basis der Annahme eines unter dem Paläozoikum überall beheimateten tektonisch tieferen Mesozoikums und der Existenz großer Diaphthorese-Horizonte als Merkmal der basalen Überschiebungsbahn seiner Gurktaler Decke.

Zu diesen Punkten haben sich nun eine Reihe von Aussagemöglichkeiten ergeben.

Als erstes scheint es die einmütige Auffassung aller Bearbeiter des Geländes zu sein, daß es sich bei dem innerhalb der Gurktaler Alpen auftretenden Kristallin um Aufbrüche in einem Normalprofil, nicht aber um tektonische Fenster im üblichen Sinne handelt, wie schon ausgeführt wurde. Den in ihren Rahmenanteilen studierten Profilen fehlt der Hinweis auf die Existenz eines mesozoischen Horizontes. Wenn nun auch die Spuren tektonischer Bewegungsbahnen in verschiedenen Horizonten vorhanden sind, so zeigen diese überall nur beschränkte Ausdehnung im Streichen und sind überdies in verschiedenen Niveaus verteilt. Vor allem drücken sie sich nicht durch Diaphthorese-Horizonte im Dach des Kristallins aus. Solche sind nur gelegentlich angedeutet und dann auch gefügemäßig durch flach zwischen s-Bahnen liegende Lagen mit Stauchfältelung ausgezeichnet. Auch sie streichen als individualisierte Bewegungshorizonte nie weit durch, sondern sind alternierend in fast allen Horizonten zu finden. Ich glaube, mit der Negierung eines allgemeinen Diaphthorese-Horizontes als Basis einer großen Decke mit den meisten Autoren einer Meinung zu sein.

Somit finden sich in den zentralen Bereichen der Gurktaler Alpen keine zwingenden Belege für die Konstruktion einer, die gesamten phyllitischen Massen umfassenden „Decke".

Dagegen gibt es, wie schon S. 247 angedeutet wurde, Belege für eine gemeinsame Prägung der Phyllite mit dem Kristallin der Aufbrüche (Sonntagsberg, W. Fritsch, 1957: 215, sowie eigene Beobachtungen im Wimitztal). Es scheint sich hier vielmehr um eine nur durch s-parallele Gleitungen etwas überprägte Kontinuität der Metamorphose zu handeln, wobei, wie schon erwähnt, Zonen gleicher Metamorphose auch schräg durch die Schichtpakete durchschneiden können.

Dies ist als Hinweis für das variszische Alter der phyllitischen Prägung zu deuten. Spuren alpidischer Bewegungen müssen also in erster Linie postkristallin sein, was für die lokalen Bewegungshorizonte sowie für örtlich sichtbare Verschuppungen im Grenzbereich zum Kristallin der Basis (H. Hajek, 1962: 29, u. Karte) gilt.

Der lokale Charakter dieser Erscheinungen, die über den ganzen Schichtstoß verteilt sind, ist ein wesentlicher Hinweis, daß im alpidischen Bauakt differentielle Gleitbewegungen eine bedeutsame Rolle spielten.

Im Zusammenhang mit der sicher alpidischen Überschiebung des Stangalpe-Flattnitz-Mesozoikums durch die Gurktaler Phyllite mögen hier weiterhin die von P. BECK-MANNAGETTA (1960: 427, u. Karte) geäußerten Gedanken aufgenommen werden, die sich auf die besonderen Achsenverhältnisse des westlichen Gurktaler Raumes beziehen. Die in den zentralen Gurktalern noch flach W fallenden Achsen zeigen westlich einer von Feldkirchen über Flattnitz gegen Stadl/Mur gezeichneten „Linie des Achsenknickes" statistisch nun ein Fallen gegen Ost. Weiterhin überwiegen in dem so abgegrenzten westlichen Raum nun meridionale bis NW streichende Achsen. Diese können wir nach dem zuvor Gesagten und nach meiner Kenntnis des Gebietes im oberen Gurktal (Gnesau—Ebene Reichenau) wenigstens zu einem Teil dem variskischen Achsenplan zuordnen. Eine klare Abgrenzung gegen zweifellos jüngere Achsen ähnlicher Richtungen scheint mir bei dem heutigen Kenntnisstand der Gefüge dieses Raumes noch nicht möglich zu sein. Nach P. BECK liegen nun im Knickungsstreifen gehäuft auch Achsen einer großräumigeren Faltenbildung („Wellungsachsen"), die vorwiegend nach SW einfallen. Solche wurden auch weiter im SE (Gößeberg, Feistritz-Pulst) von H. HAJEK (1962: 28) gefunden und von ihm als alt getestet, da sie gemeinsam mit dem W-fallenden B der Schiefer noch von der Kristallisation überholt seien. Im Westen, im Überschiebungsbereich, finden sich dagegen gleiche, hier alpidisch zu verstehende B-Richtungen.

Die Referierung dieser Umstände scheint mir wichtig für die Erkenntnis, wie wenig weit wir hier noch sind, um die Mechanik dieser Überschiebungen richtig zu verstehen. Immerhin ergeben sich aus BECKS Beobachtungen wertvolle Anhaltspunkte. Mit Recht weist er auf den Umstand hin, daß seine Zone des Achsenknickes oft überaus unklar abgegrenzt sei und daß die westlich davon auftretenden NW-SE-Achsen genetisch von ihm unabhängig seien.

Jedenfalls liegt der Knickstreifen stets westlich der kristallinen Aufbrüche. Er deckt sich aber nicht mit der Abgrenzung der mehr meridional orientierten Achsen. Er macht somit den Eindruck einer alpidisch reaktivierten vom Untergrund her durchgepausten alten Struktur, die wohl mit der Grenze des östlichen zum westlichen Kristallin zusammenfallen könnte. Wenn

letzteres mit seinen E-fallenden Achsen noch unter dem Einfluß der sich hebenden Tauern steht, so wäre das für das östliche Kristallin dann nicht mehr der Fall (siehe Achsenkarte, Fig. 1). In ganz auffallender Weise kennzeichnen NW-Achsen vor allem den Westrand der Gurktaler Phyllite, aber auch das westlich anschließende Kristallin mit Millstätter und Radentheiner Serie.

Diese von der üblichen EW-Richtung so wechselvoll und auffallend abweichenden Achsenlagen reichen im Kristallin westlich der Phyllitmassen nur bis an die schon erwähnte Linie Kremstal—Flattnitz heran. Nördlich davon sind in dem flachlagernden Kristallin E—W-Achsen herrschend. Es ist das schon besprochene Kristallin von Bundschuh-Stadl, das sich über Gaipahöhe-Schwarzwand nordwärts im Murtal mit dem von A. Thurner als Einheit von Stadl, Wadofenteilstück usw. charakterisierten Kristallin verbindet.

Im Bereich des Kremstales, westlich über die Lieser hinweg, ist es von den südlichen Glimmerschieferserien überschoben, wobei es zu starken Verschuppungen kam (R. Schwinner, 1938: 1202). Wie Schwinner bereits ausführte, setzt sich diese Überschiebungsbahn nicht über Flattnitz weiter gegen Osten fort. Gegen Norden jedoch dürfte ihr die Überschiebung des Paaler Karbons über die wahrscheinlich mesozoischen Dolomite des Hansennock entsprechen, die ihrerseits wieder über den flachliegenden Paragneisen der Einheit von Stadl liegen.

Aus dem bisher Gesagten lassen sich für den kristallinen Untergrund der Gurktaler Phyllite immerhin einige Aussagen machen: So ergibt sich, daß nördlich der E—W streichenden Überschiebungs- und Schuppungsbahn von Kremstal—Flattnitz ein anderes Kristallin vorliegt, als südlich davon. Wir trennen es als Bundschuh-Stadl Kristallin von den südlich folgenden, hier tektonisch hangenden Glimmerschieferserien des Millstätter Typus ab. Gegen Norden ist es an einer sehr klaren tektonisch E—W streichenden Linie gegen das steil gebaute, aus Glimmerschiefern und Gneisen bestehende System der Niederen Tauern abgetrennt, wie A. Thurner mehrfach gezeigt hat.

Das südlich der Kremstal—Flattnitz-Linie liegende Kristallin der Millstätter und Radentheiner Serien läßt sich zwar nach F. Angel prägungsmäßig dem Kristallin der Muralpentracht vergleichen. Es hat jedoch die tiefen Absenkungen des in den Aufbrüchen unter den Gurktaler Phylliten sichtbar werdenden Kristallins nicht mitgemacht und ist in Hochlage verblieben. Nach den referierten Ergebnissen von P. Beck-Mannagetta dürfen wir wohl die Grenze dieses verschiedenen alpidischen Verhaltens in den

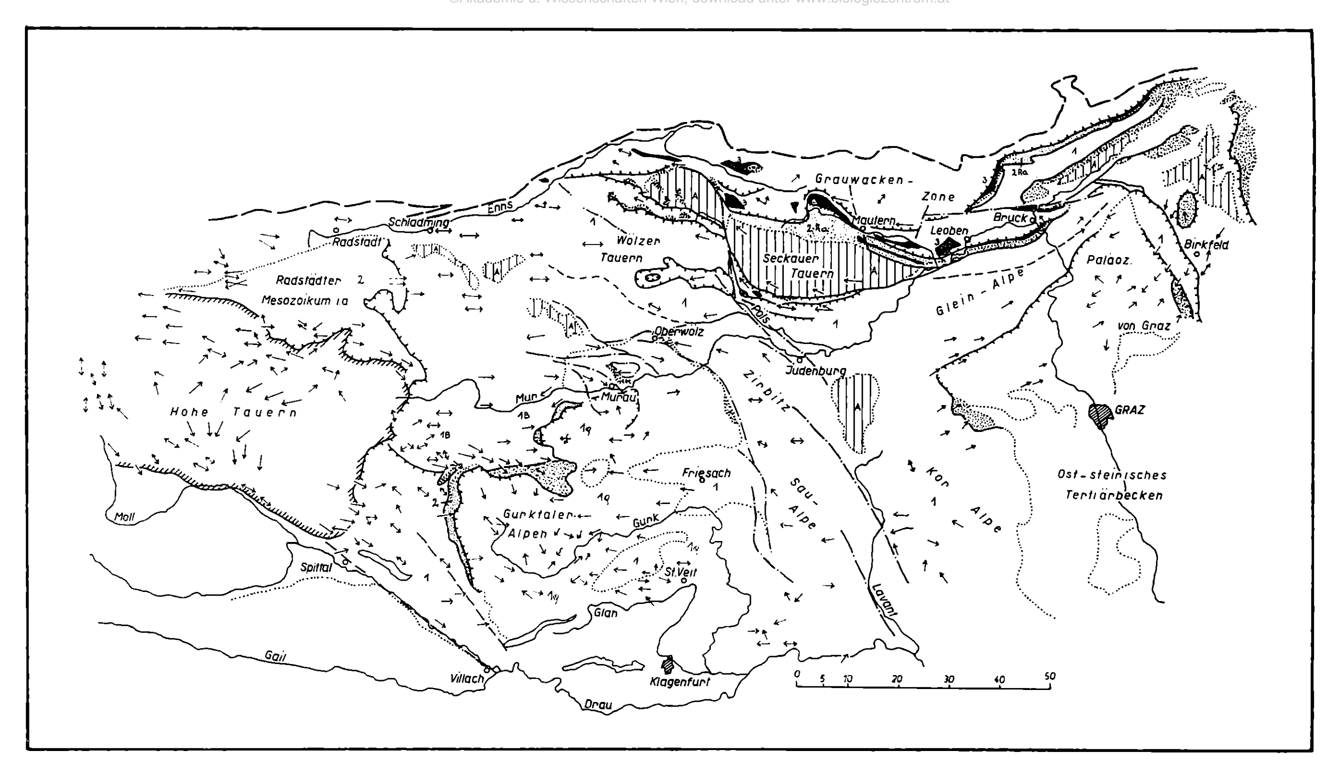


Fig. 1: Übersichtskarte der östlichen Zentralalpen mit tektonischen Achsen.

„Knickungsstreifen“ legen, so daß sie heute also unter den Gurktaler Phylliten liegt. Im Südwesten der Gurktaler Phyllite drückt sich das gestaffelte Auftauchen des Kristallins (Gegendtal-Bruch!) im Kristallinsporn Rosenock—Radenthein—Villach klar aus.

Sonach formiert sich die Vorstellung, daß sich das Kristallin des Ostens vom heutigen Block Zirbitz-Saualm gegen West bis zum „Knickungsstreifen“ gesenkt hat, westlich davon aber, einem anderen tektonischen Impuls folgend auftaucht. Es ist eigenartig, daß sich die Vorkommen des zentralalpinen Mesozoikums wie auch des Oberkarbons im wesentlichen an die Zonen maximaler Kristallinabsenkung halten. Ich halte es daher unter dem Eindruck der neuen Kartierungsergebnisse für richtig, die 1957: 222 von mir mit NE-Streichen unter den Gurktaler Phylliten angenommene Grenze zwischen östlichem und westlichem Kristallin etwas zu verlegen. Diese Grenze dürfte eher dem „Knickstreifen“ entsprechen, so daß auch der Aufbruch von Oberhof noch östlich davon liegt, dann aber gegen NE über Schöder gegen Oberwölz verläuft (siehe dazu die meridionalen Querstörungen bei R. SCHWINNER, 1938: 1229, u. P. BECK-MANNAGETTA, 1959, Karten).

Die Überlegungen dürfen aber noch einen Schritt weitergehen, wenn wir das von alpidischer Verformung ziemlich verschonte Kristallingebiet von Bundschuh-Stadl mit berücksichtigen. An der sicher alpidischen Überschiebungsbahn Kremstal—Flattnitz wurde dieses Kristallin vom Süden her überschoben. Es muß also im alpidischen Ausgangszustand weiter südwärts gereicht haben und noch vor der Anschiebung des Murauer Paläozoikums auch weiter gegen Osten vorhanden, d. h. offen gewesen sein. Dafür spricht auch das von A. THURNER (Karte, Erläuterungen) namhaft gemachte Vorkommen von Lorenzen bei Murau.

Dies stünde wieder in guter Übereinstimmung mit dem schon besprochenen NE-Verlauf einer alten kristallinen Baugrenze zwischen Ost und West, deren alte Tieflage auch im heutigen Baubild erhalten geblieben ist. Angesichts dieses Umstandes müssen wir uns nun auch fragen, ob nicht hier die Heimat der noch erhaltenen Vorkommen zentralalpinen Mesozoikums von der Stangalpe über Murau bis in die Niederen Tauern gelegen war. Es würde sich hier um einen einst wesentlich breiteren Tiefenstreifen gehandelt haben, der gegen NE in die heutige Mur-Mürz-Furche hineingezielt hat.

Diese Erwägung sowie die Frage der Herkunft des Karbons von Grauwackenzone und Turrach-Paal wird im Abschnitt IV noch eingehend zu behandeln sein.

Zusammenfassend ergäbe sich für die Gurktaler Phyllitmassen etwa folgendes Bild: Die variskisch vorgeprägten Phyllite unterlagen in alpidischer Zeit gemeinsam mit ihrer muralpinen Kristallinbasis einer differentiellen Zergleitung gegen Nord. Der alte Zusammenhang mit dem Kristallin blieb dabei erkennbar, wie dies auch anderwärts belegt wurde (E. Clar, 1963: 49). Die alte Grenze zum Kristallin von Bundschuh-Stadl bzw. ihre alpidische Ausgestaltung wurde dabei aus dem Untergrund der Phyllite her durchgepaust, wobei es infolge der alten Grenzlage zu meridional angelegten alpidischen Richtungen im „Knickstreifen" P. Becks sowie zu den Stangalpen-Flattnitz-Überschiebungen kam. Das Murauer Paläozoikum wird dabei als hangender und am weitesten gegen Nord geglittener Bewegungskörper aufgefaßt.

III. Die tektonische Beziehung der Hohen Tauern zu den östlichen Zentralalpen

Mit Recht wird der Kristallinkomplex der Hohen Tauern scharf dem ostalpinen Altkristallin gegenübergestellt. Dies gilt hinsichtlich seiner als Tauernkristallisation definierten alpidischen Metamorphose ebenso wie hinsichtlich der mesozoischen Fazies seiner Schieferhüllen. Im ostalpinen Kristallin steht diesen Bestimmungsstücken eine grundlegende voralpidische Prägung mit anderen Mineralfazies und ein als zentralalpines Mesozoikum bezeichneter anderer Faziesbereich gegenüber.

Wenn wir nun noch berücksichtigen, daß die alpidische Tauernmetamorphose besonderer genetischer Bedingungen bedurfte, die im ostalpinen Kristallin i. a. nicht realisiert waren, so ergibt sich für die Hohen Tauern auch eine baugeschichtliche Sonderstellung für die Zeit der alpidischen Orogen-Entwicklung.

In ausgezeichnet klarer Weise wurde dies zuletzt von E. Clar im Zusammenhang mit dem Entwurf einer tektonischen Modellvorstellung dargelegt (1958): Verlagerung in die Tiefe, raumstetige Verformung im zeitlich definierten Verhältnis zur charakteristischen Metamorphose typisieren diesen Werdegang und stellen den Tauernkörper als tektonisches Tiefbaustockwerk im alpinen Orogen dar.

Somit können wir die Hohen Tauern auch hinsichtlich ihrer Funktion als Tiefbaustockwerk des ostalpinen Orogens sowie als Träger einer penninischen Fazies ihres Mesozoikums den ostalpinen Einheiten gegenüberstellen.

Nun sind, wie zuvor erläutert wurde, auch im ostalpinen Kristallin Gneiskörper mit alpidischer Metamorphose, deren mit der Tauernmineralisation vergleichbare Paragenesen auf annähernd gleiche Bildungsbedingungen schließen lassen, vorhanden. In den Seckauer Tauern läßt sich eine mit der Metamorphose zeitlich interferierende Durchbewegung nachweisen, was eine Parallelisierung mit den Geschehnissen im Körper der Hohen Tauern unterstützt.

Mit Ausnahme der in neuerer Zeit nicht näher untersuchten Ameringgneismasse liegen nun die Granitgneise der Schladminger und Seckauer Tauern im Norden der Zentralen Alpen. Das trifft auch für einen Teil der Grobgneise zu. Die Seckauer Tauern nehmen hiebei, ähnlich den Hohen Tauern, eine tektonisch tiefe Position gegenüber ihrer Umrahmung ein.

Der Schluß liegt nun nahe, daß wir diesen alpidisch entstandenen Gneiskernen mit ihren Begleitern eine den Hohen Tauern äquivalente Position im ostalpinen Orogen zuweisen, und es erhebt sich die Frage, ob sie diese mit der in der Tiefe begrabenen Ostfortsetzung der Tauern oder aber an deren Stelle einnehmen. In letzterem Falle würde die Funktion des orogenen Tiefenstockwerkes von ostalpinen Gesteinsmassen besetzt worden sein.

Es ist nun auffallend, daß in den südlichen Kristallinanteilen keine Spur äquivalenter alpidischer Metamorphose auftritt. Das ist auch dort nicht der Fall, wo unter der mächtigen Überlagerung des alten Kor- und Saualmkristallins im Wolfsberger Fenster Gneise auftreten. Diese entsprechen aber nicht den üblichen Typen alpidischer Gneise und die Diaphthorite dieser Zone, die vielleicht alpidischer Entstehung sind, sprechen gegen eine Metamorphose, die den Gneisen des Nordens vergleichbar wäre. Auch der weiter nördlich liegende Ameringgneis zeigt keine Beziehung zum Gesteinsbestand des Wolfsberger Fensters. Erwägungen über seine Entstehung werden in anderem Zusammenhang auf S. 271 behandelt.

Dieser Befund steht in guter Übereinstimmung zu der in Kap. 1 festgestellten, gegen Süden zu abnehmenden Prägungskraft alpidischer Tektonik im Kristallin.

Zur Beantwortung der Frage nach der Bedeutung der alpidischen Gneise für die östlichen Zentralalpen können wir aber auch Argumente aus den faziellen Beziehungen des Mesozoikums von West nach Ost gewinnen.

Im Zuge der Neubearbeitung der Tauern-Schieferhülle kommt G. Frasl (1958) zur Auffassung fazieller Angleichungen der penninischen Hüllgesteine zu den gemeiniglich dem Unter-Ostalpin

zugezählten Serien. Dies gilt für die Klammkalkzone sowie für die von E. BRAUMÜLLER (1939) ebenfalls dem Unter-Ostalpin zugezählte mesozoische Sandstein-Brekzienzone (G. FRASL, op. cit., 450ff.). Folgerichtig wird auch betont, daß die einzige klare stratigraphische und tektonische Grenze dieses Raumes die scharfe Zäsur an der Südgrenze der Grauwackenzone sei. 1962: 230 stellt auch A. TOLLMANN die Klammkalke in das Penninikum (desgl. H. MOSTLER in Verh. G. B. A. Wien, 1963: 132).

Zu ähnlichen Erwägungen und sinngemäß gleichen Folgerungen führten die Untersuchungen von W. J. SCHMIDT (1950—1952) in der Matreier Zone im Tauern-Südrahmen. Die örtlich auftretende Gesteinsgleichheit mit penninischen Gliedern, das Auftreten einer Mischungszone sprechen auch hier für die Angleichung der Fazies.

Im Zuge einer Bearbeitung in den SW-Grenzgebieten der Radstädter Tauern stellte neuerdings F. THALMANN (1963) sehr bedeutende Faziesbeziehungen zwischen triadischen und nachtriadischen Schichtfolgen des Penninikums und des Unter-Ostalpins der unteren wie auch oberen Radstädter Decken fest (S. 170—172). Ähnlich hat auch A. TOLLMANN (Aufnahmsbericht 1959, A 92) auf die große Übereinstimmung im Lias dieser Gebiete aufmerksam gemacht.

Wenn wir nun noch die aus den neuen Studien von A. TOLLMANN (1958: 66) hervorgehende weitgehende fazielle Übereinstimmung der Schichtfolgen von Radstädter und Stangalpen-Mesozoikum berücksichtigen, so führt nur mehr ein kleiner Schritt zu folgender Schlußfolgerung: In den östlichen Hohen Tauern bereitet sich ein fazieller Übergang zwischen penninischem Mesozoikum zum zentralalpinen des östlich gelegenen Raumes vor und die beiden Sedimentationströge gingen räumlich ineinander von West nach Ost über. Dies wird im nächsten Abschnitt näher zu erläutern sein.

Mit dem so erschließbaren primären Ostende penninischer Fazies-Entwicklung verliert der Tauernkörper aber auch eines seiner wesentlichen Bestimmungsmerkmale. Wir können diesen schrittweise vor sich gehenden faziellen Umschwung aber noch näher beleuchten, wenn wir ihn als Ergebnis eines Überganges von eugeosynklinalen Bedingungen im Westen zu miogeosynklinalen Verhältnissen mit zeitlich und sedimentologisch anderen Bedingungen charakterisieren. Damit würde auch das im heutigen Baubild so verschiedenartige orogene Schicksal beider Troganteile verständlicher und baugeschichtlich plausibler. Die Tauernostgrenze und die Katschberglinie lassen sich über ihre deskriptive Charakteristik hinaus auch baugeschichtlich als der während der

alpidischen Faltungen geprägte Grenzraum zwischen zwei seit dem Variszikum verschiedenartigen Räumen kennzeichnen.

Somit besteht im Gegensatz zu den bisherigen deckentheoretischen Erwägungen keine Denknotwendigkeit für eine stoffliche und funktionale Fortsetzung der Hohen Tauern bis zum Alpen-Ostrand. Sollte sich durch glückliche Fossilfunde das Alter der Kalkschiefer in der Rechnitzer Schieferinsel (Burgenland) als mesozoisch erweisen, so kann diesen kaum metamorphen Gesteinen keinesfalls die Funktion eines ostalpinen Tiefenstockwerkes im Sinne der Hohen Tauern zugesprochen werden.

Wir beantworten demnach die eingangs gestellte Frage dahingehend, daß wir die alpidisch kristallisierten Gneise des ostalpinen Kristallins im Osten der Tauern als alleinige Träger tiefenorogener Prägung auffassen. Die Hohen Tauern endigen schrittweise mit ihrem Untersinken an der Katschberglinie (siehe S. 256) (K. Metz, 1963a).

Größe und Vielfalt der alpidischen Metamorphose im östlichen Bereich reichen allerdings bei weitem nicht an das gewaltige Volumen des im Tauernkörper erfaßten Bereiches heran, und wir müssen wahrscheinlich mit der Aneinanderreihung selbständiger Vergneisungszentren geringer Ausdehnung rechnen (S. 273).

Für diese Auffassung lassen sich auch geophysikalische Daten heranziehen (Schwerekarte von Österreich, Bouguer-Anomalien, Wien 1963).

Will man die Hohen Tauern mit ihren von P. E. Holopainen (1947) und Ch. Exner (1951) bekanntgemachten negativen Schwere-Anomalien gegen Osten unter den oft gewaltig mächtigen Massen des ostalpinen Kristallins durchziehen, so müßte die extrem gesteigerte Sialdicke hier auch durch besondere Anomalien zum Ausdruck kommen. Dies ist jedoch nicht der Fall. Die Karte zeigt eine langsame Abnahme der negativen Anomalien gegen ENE, also in jene Gebiete, in welchen die Schladminger- und Seckauer Gneise liegen. Die Bösensteingruppe zeigt noch Schwerewerte, wie sie der SE-Grenze des Tauernkörpers entsprechen. Dies scheint ein starker Hinweis dafür zu sein, daß unter den südlichen Anteilen des Muralpen-Raumes mit keiner Sialballung zu rechnen ist.

IV. Die Frage der voralpidischen Ausgangspositionen zentralalpiner Gesteinsserien (Fig. 2)

Die in den vorigen Abschnitten gezogenen Schlußfolgerungen, die vom üblichen Denkschema für die Tektonik der östlichen

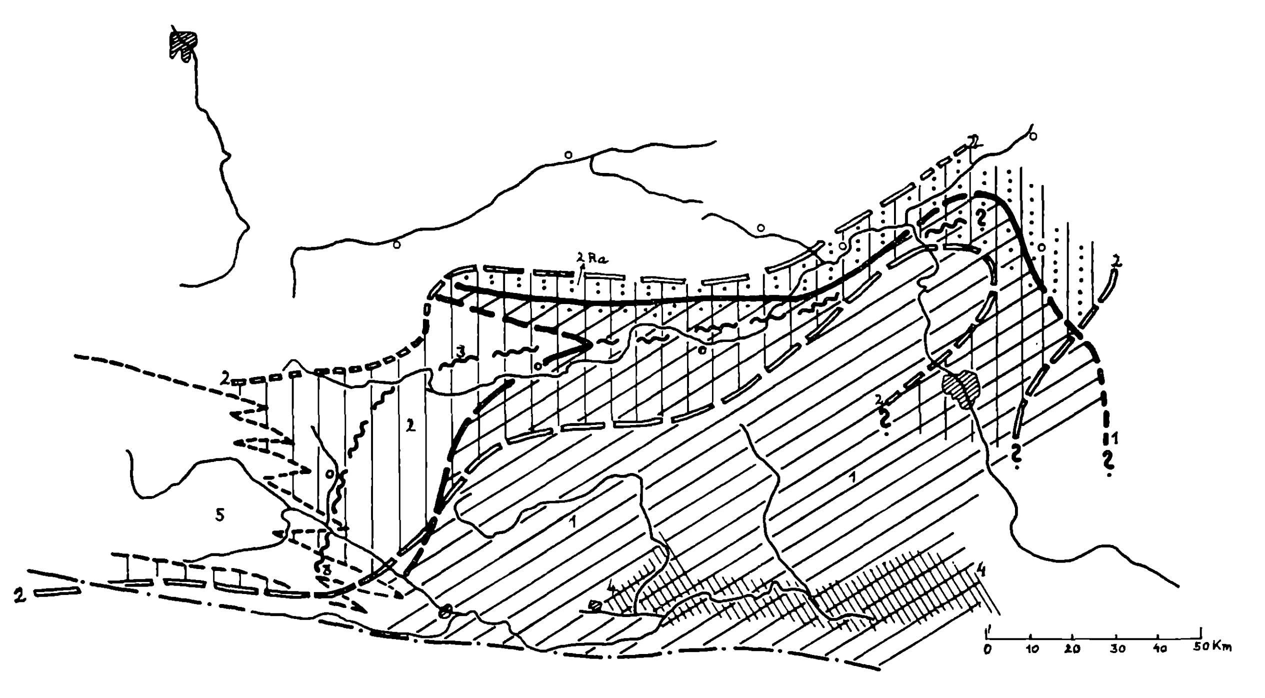


Fig. 2: Schematischer Rekonstruktionsversuch der voralpidischen Ausgangslagen kristalliner Einheiten.

Zentralalpen abweichen, zwingen zur Überlegung, wie hier die relative Position der einzelnen Gesteinseinheiten zu Beginn der alpidischen Faltungen gewesen sein kann. Dies gilt insbesondere für den alten Block des Muralpenkristallins, für das Alt- und Jungpaläozoikum im Rahmen der zentralen Alpen sowie für das zentralalpine Mesozoikum.

a) Die in Abschnitt II besprochene raumgreifende Zergleitungstektonik der Wölzer Glimmerschiefer liefert uns nun eine erste Handhabe zur Entwicklung einer Vorstellung über ihre Herkunft und damit für eine schematische Rekonstruktion der alten Nordgrenze des Muralpenblockes im neu festgelegten Sinn. Wie S. 239 ausgeführt wurde, könnte uns eine Rückverlegung der Wölzer Gleitbrett-Systeme etwa in den Nord-Bereich der Seetaler Alpen bzw. dessen heute tief begrabene westliche Fortsetzung westlich des Görtschitz-Bruchsystems führen. Damit wäre, bezogen auf die heutige Lage dieses Abschnittes, die alte Nordbegrenzung der Glimmerschiefermassen etwa in die Linie des heutigen mittleren Murtales gerückt.

Nun muß aber berücksichtigt werden, daß weder dieser nördliche Anteil der Seetaler Alpen (Zirbitz-Masse) noch die weiter südlich folgenden Blöcke der Saualm und der ihr entsprechenden Koralm als alpidisch-autochthon angesehen werden dürfen. Wir betrachten sie als von ihrem ursprünglichen Untergrund abgeschert und als Blöcke nordwärts verschoben, wofür möglicherweise das Wolfsberger Fenster mit seinen Diaphthoriten als Beleg herangezogen werden kann. Hier fehlt uns allerdings ein Maß für die Verschiebungsbeträge. Aus der theoretischen Erwägung, daß tiefliegenden und allseits eingespannten Gesteinskörpern bei Dislokationen für die Horizontalkomponente der Bewegung größere Hindernisse begegnen als ihren hangenden Anteilen, kann geschlossen werden, daß sie weniger weit nordwärts verschoben wurden, als die Zergleitungskörper der Glimmerschiefer im Norden. Sie dürften jedoch unter dem regionalen Einfluß nordvergenter Bewegungstendenz durch Ausweichbewegungen nach aufwärts einer Hebung unterlegen sein, wie es in der Prinzipskizze, Fig. 3, Profile 2, zum Ausdruck gebracht wurde.

Für unsere Erwägungen ergibt sich daraus, daß die Ausgangsposition der zerglittenen Glimmerschiefer mit ihrer alten Basis noch weiter südwärts gelegen haben muß. Dies wurde jedoch in dem schematischen Rekonstruktionsversuch, Fig. 2, nicht berücksichtigt, so daß die hier eingezeichnete Nordbegrenzung in Wirklichkeit um den unbekannten Betrag dieses Vorschubes noch gegen Süden verlegt gedacht werden muß. Das gleiche trifft auch für

die eingezeichnete Südgrenze zu, die annähernd mit der heutigen Lage der alpino-dinarischen Naht zusammenfallend eingetragen ist.

Auch für den Körper des eigentlichen NE-streichenden Gleinalm-Kristallins müssen wir einen Vorschub gegen Norden annehmen. Für die Rekonstruktion der alten Nordgrenze der Muralpen müssen hier aber zwei Umstände berücksichtigt werden. Es ist nur ein Teil des alten Gleinalmkörpers in seiner variskischen Strukturgestaltung erhalten geblieben, während ein Teil des alten Nordflügels in den steilflächigen Falten- und Schuppenbau der Grauwackenzone einbezogen wurde. Dies gilt für den Troiseck-Floning-Zug, wie auch für die mit dem Karbon der unteren Grauwackendecke im Mur- und Liesingtal verbundenen Kristallinschollen.

Weitere Anteile, die der eigentlichen Gleinalm-Einheit angehören, liegen im Flatschacher Zug tektonisch unter den Glimmerschiefern und sind auch Anteile der Gaaler Schuppenzone (K. Metz, 1963). Sie treten auch jenseits der Pölslinie, weit im NW, südlich des Hochgrößen in gleicher tektonischer Position wieder auf (K. Metz, 1964: 157), siehe Profile 3—4 und Fig. 1.

Damit ist gezeigt, daß auch diese nördlichen Anteile der Muralpen bedeutsam in den alpidischen Schuppenbau der Nordzone einbezogen sind und daß ihre heutige Nordgrenze das Ergebnis tiefgreifender tektonischer Umgestaltung ist. Der in Fig. 2 eingetragene nördliche Ast von Muralpen-Kristallin entspricht diesem bis zum Hochgrößen nachweisbaren Zweig des Gleinalm-Kristallins und soll die Auffassung zum Ausdruck bringen, daß hier die Wölzer Glimmerschiefer auch über Gleinalm-Kristallin geglitten sind, wofür die tektonische Diskordanz und die Einschaltung der Mölbeggschuppen spricht (K. Metz, 1963, 1964). Daß auch im nördlichen Muralpenast Glimmerschiefer vorhanden waren, ist nach den Schuppen von Glimmerschiefer-Phylloniten in der unteren Grauwackendecke wahrscheinlich.

Nach dem, was S. 254 über das Muralpenkristallin im Rahmen der Gurktaler Alpen gesagt wurde, müssen wir in diesem Raum einen scharf nach SW gerichteten alten Grenzverlauf annehmen. Im Bereich der Gurktaler Kristallinaufbrüche handelt es sich nach meinem Ermessen um tiefere Horizonte des alpidischen Zergleitungssystems mit nur beschränkter Nordkomponente der Bewegung.

Somit stellt sich uns die alte Nordgrenze des Muralpenblockes in großer Übersicht mit SW—NE-Verlauf dar, heute überall durch alpidische Gleit- und Schuppentektonik verschleiert, trotzdem

aber noch im SW—NE-Verlauf der Mur-Mürz-Furche angedeutet. Etwa von Kraubath/Mur gegen NE fällt dieser alte Grenzverlauf mit dem Südrand der eng gebündelten Schuppenstruktur zusammen, die die heutige Grenze zwischen dem Zentralalpenbau und dem der Nordalpen markiert und den wir als alpidischen Starkwirkungsbereich auffassen.

Gegen NE verschwinden die Muralpen, und es ist schwierig, hierüber nähere Angaben zu machen. Sie dürften hier, wie A. Tollmann zum Ausdruck brachte (1963: 144), ihr eigentliches Ende erreichen. Dadurch würde auch das Übergreifen der zentralalpinen mesozoischen Sedimente von der Nordseite der Muralpen nach Süden verständlich werden.

Wenn wir den Versuch unternehmen, eine für unsere Erwägungen so wichtige Nordgrenze des alten Muralpenblockes festzulegen, so unterstellen wir damit eine Auffassung, daß dieses Kristallin in Serienbestand und Tracht ein Ende findet. Es erhebt sich damit die Frage, was sich damals zwischen dem von Nord her untersinkenden und habituell gänzlich anderen Kristallin der böhmischen Masse und dem jetzt ostalpinen Kristallin der Muralpen befunden hat.

Fig. 3: Profile der östlichen Zentralalpen.
- Prof. 1: Schematisches Querprofil zu Fig. 2.
- Prof. 2: Schema der Verformung des nördlichen zentralalpinen Senkungsbereiches:
- Prof. 2a: Senkungsraum im Norden, Hebung im Süden.
- Prof. 2b: Nordvergenz und älteste Zerscherung der Südflanke.
- Prof. 2c: Gleitlinsenbau mit jüngeren Schersystemen (Nordgleitung von Karbon der unteren Grauwackeneinheit und von muralpinem Kristallin).
- Prof. 3, 4: Maßstäbliche Profile und ihre Deutung.

Signaturen:

1 — Muralpines Kristallin (schwarz umrahmt in Fig. 2)
- 1 B — Bundschuh — Stadl — Kristallin
- 1 φ — Phyllit — Entwicklung

2 — Zentralalpines Mesozoikum (Doppelstrich — Umrahmung in Fig. 2)
- 2 Ra — mächtige Entwicklung quarzitischer Fazies (Semmering- und Rannach-Serie).

3 — Karbon der Grauwackenzone (Wellenlinie in Fig. 2: vermutete Achse des Unterkarbontroges)

4 — Mesozoikum von Mittelkärnten (Krappfeld usw.).

A — Alpidisch metamorphes Kristallin

Fig. 3:
- Na — Nordalpines Mesozoikum
- Gwz — Obere Grauwackendecke (Altpaläozoikum)
- Kb — Untere Grauwackendecke
- γ — Seckauer — Orthogneise und Begleiter
- g — Gneise (Amphibolite) des Gleinalmhabitus
- gl — Wölzer Glimmerschiefer


alpidische Metamorphose
alpid. Metam.
Profil 2a
West Lugauer
Hochreichart
Gaal
Flatschacher Zug
Tertiär
Judenburg
nordöstliches Zirbitz-Massiv
Ost Admont
Paltental westl. Gaishorn
Bösensteingruppe
Perwurz
Antiklinale des Bruderkogel
b Bretstein
Oberzeiring
Murtal

Es muß damit gerechnet werden, daß in einem einheitlich geprägten und während einer Orogenese zusammengeschweißten Kristallinblock in den Grenzgebieten durch das Nachlassen der Kristallisationsbedingungen größere Massen unveränderter oder gering metamorpher Gesteinsmassen vorliegen. Dies kann nach meiner Auffassung im Süden der Muralpen durch geringmetamorphe oder unveränderte Sedimente dokumentiert sein (Paläozoikum und Gurktaler Phyllite), die schrittweise in Regionen höherer Metamorphose übergehen, wie dies in der Saualm wahrscheinlich, vielleicht schon sicher ist. Im Norden fehlen uns durch eine wesentlich tiefergreifende alpidische Tektonik direkte Hinweise dafür. Vielleicht aber könnte man aus der Analogie zum Süden darauf schließen, daß etwa Ennstaler Phyllite oder Radstädter Quarzphyllite als ursprünglich hangende Randanteile des Muralpenblocks aufgefaßt werden können.

Auch das abweichende Bundschuh-Stadl-Kristallin muß bei dieser Erwägung vielleicht einbezogen werden. Es ist nämlich auffallend, daß die mit den Wildstellengneisen der Schladminger Tauern verbundenen Paragesteine (E. H. Weiss, 1958) ebenso wie die der Seckauer Tauern viel eher auf die Quarzite und feinkörnigen Paragneise des Bundschuh-Stadl-Typus beziehbar sind, als auf Paraserien, wie wir sie aus den Muralpen kennen.

Welche Lösung immer sich aus weiteren Studien für diese Fragen ergeben mag, so muß es doch als sicher gelten, daß sich vom Nordrand der Muralpen nordwärts bis zu einer anderen voralpidisch konsolidierten Masse ein Zwischen- und Grenzraum eingeschaltet haben muß, der, wie das heutige Baubild zeigt, stärkster alpidischer Umgestaltung erlegen ist.

b) Für die primäre Stellung des zentralalpinen Mesozoikums ergibt sich aus Abschnitt III und dem oben Gesagten die Möglichkeit einer Zuweisung in das Nordrahmen-Gebiet der Muralpenmasse. Wir können unmittelbare Anhaltspunkte dafür aus der heutigen Verbreitung unter Berücksichtigung der erkennbaren alpidischen Transportleistungen in diesem Kristallin erkennen.

In Fig. 2 ist gepunktet das Hauptverbreitungsgebiet mächtiger quarzitischer Basisbildungen (Semmeringquarzit, Rannachserie) hervorgehoben, während südlich mehr karbonatische Serien vorliegen. Da wir nun die Rannachserie als unmittelbares Dach des den Altbestand der Seckauer Masse bildenden Kristallins betrachten müssen, so muß dieser Raum später auch stark abgesenkt worden sein, um den Herd der Seckauer Kristallisation bilden zu können (siehe dazu Fig. 3, Profil 1).

Die weiter aus dem Süden herantransportierten karbonatischen Serien liegen heute in sehr unterschiedlichen tektonischen Horizonten. Dies kann ohne Schwierigkeit aus dem Mechanismus des alpidischen Gleitlinsenbaues des Trägerkristallins erklärt werden. Es scheint damit aber auch nicht mehr notwendig, für dieses zentralalpine Mesozoikum vom ostalpinen Kristallin getrennte Ablagerungsräume im Süden anzunehmen, wodurch die unwahrscheinlich großen Raumfordernisse an den Südraum gegenüber der deckentheoretischen Erwägung bedeutend gemildert werden können.

Es wird nochmals erwähnt, daß der tatsächliche Ablagerungsraum im Sinne des S. 260 Gesagten für dieses Mesozoikum bedeutend breiter in N—S-Richtung gewesen sein muß, als es in Fig. 2 zum Ausdruck kommt. Es muß auch berücksichtigt werden, daß im Mur- und Mürzgebiet große Teile in den schon genannten alpidischen Starkwirkungsbereich einbezogen wurden, wo sie echter alpidischer Einengung verfielen. Im Bereiche südlich des Mürztales herrschte ein anderer tektonischer Baustil mit anderen Achsenrichtungen.

Entsprechend der NE—SW streichenden Muralpengrenze verläuft auch die Hauptachse dieses zentralalpinen Troges in NE—SW. Diese Richtung wurde im Westen der Gurktaler Alpen durch die alpidische Tektonik noch verschärft und durch meridionale Richtungen im Gegenspiel zwischen Tauernsystem und Ostalpin (S. 254) umgeprägt. Aus dem über die Tektonik der Gurktaler Zonen Gesagten (S. 249ff.) und aus dieser Auffassung über die zentralalpine Trogabgrenzung ergibt sich auch die Ablehnung der Gurktaler Decke im Sinne von A. TOLLMANN (1959, 1963).

c) Wenn wir die zentralalpine Fazies des Mesozoikums in den nördlichen Randbereich des Muralpenblockes stellten, so ergibt sich für das Mesozoikum Mittelkärntens mit seinen südalpinen Anklängen eine Position im Südraum der Muralpen, schon in primärer Verbindung mit einem Paläozoikum, das von der Magdalensbergserie her Übergänge in das Saualpenkristallin anzeigt. Auch hier sind Phyllite der Gurktaler Art an der Basis.

Gegen Osten dürfte in den steirisch-jugoslawischen Grenzraum hinein sowohl Paläozoikum wie Mesozoikum verlängert gewesen sein. Wahrscheinlich müssen wir nach Ausweis des Sausal aus diesen Räumen das Grazer Paläozoikum beziehen. Doch lassen sich hier infolge der tertiären Bedeckung keine präzisen Hinweise ermitteln.

d) Die Position karbonischer Ablagerungen erfordert mit Ausnahme derer von Graz, die primär mit ihrer älteren paläozoischen Unterlage verbunden sind, eine gesonderte Erläuterung.

Vor allem muß hier des langen, vom Semmering bis in das Ennstal hinstreichenden Zuges von Unter- und Oberkarbon gedacht werden, der als tiefere Grauwackendecke vom Altpaläozoikum der oberen Einheit tektonisch getrennt ist.

Entgegen meiner früheren Auffassung (1952: 271), daß das Visé von Veitsch grundsätzlich anders entwickelt sei, als das von Nötsch, zeigte H. Flügel (1964: 426—427) die Möglichkeit ihrer primären Verbindung untereinander.

Andererseits konnte H. Flügel aber auch zeigen, daß die von A. Tollmann (1963: 30/31) angenommene Verknüpfung des Grauwackenkarbons mit dem heute darüberliegenden Altpaläozoikum nicht möglich ist, da keine Reste dieses Karbons zwischen Altpaläozoikum und den darüber transgredierenden Prebichl-Schichten aufzufinden sind.

Dazu kommt, daß nach der Erklärung A. Tollmanns die Verbindung des Karbons mit den schon erwähnten Altkristallinschollen gänzlich unverständlich wäre. Diese von Bruck/Mur bis etwa zum Schoberpaß bei Wald immer wieder auftretende Verknüpfung ist kein Zufall, sondern vermag uns einen Hinweis für die Herkunft dieses Karbons zu geben. Gesteinsinhalt und kristalline Tracht dieser Schuppen läßt ihre Zugehörigkeit zum Muralpenkristallin in der Ausbildung der Gleinalm-Masse klar erkennen, und wir können sie am ehesten als aus dem Ursprungsgebiet des Karbons mitgeschürft auffassen.

Von diesem Gesichtspunkt aus läßt sich die Annahme begründen, daß das Unterkarbon der Grauwackenzone ähnlich dem zentralalpinen Mesozoikum im Nordrahmengebiet der Muralpenmasse, wahrscheinlich in einer intramontanen Senke abgelagert wurde. Wir trennen mit dieser Annahme die Herkunftsgebiete der bislang als einheitlich betrachteten paläozoischen Serien der Grauwackenzone, wobei das Altpaläozoikum als Basis der nordalpinen Trias zu den Nordalpen, das Karbon jedoch zu den Zentralalpen gezählt wird. Damit findet auch die Tatsache eine Klärung, daß in der unteren Einheit der Grauwackenzone keine Spur des Querbaues der Eisenerzer Zone und der westlichen Querstrukturen zu finden ist (K. Metz, 1940: 213). Wir kommen mit dieser Deutung wieder zur Auffassung getrennter Ablagerungsräume der beiden Grauwackeneinheiten zurück, wie sie schon von F. Heritsch und H. P. Cornelius vertreten wurde.

Der Eintragung der Achse dieses Karbontroges in Fig. 2 liegt der Gedanke zugrunde, daß eine Verbindung zum Nötscher Unterkarbon möglich ist.

Das Oberkarbon, nachsudetisch entstanden, stand bereits unter anderen Ablagerungsbedingungen, wie es sich schon aus dem limnischen Charakter ergibt. Nach den Ausführungen von H. Flügel (1964: 429) darf man auch eine Lageveränderung der Becken und eventuell auch eine Aufteilung in einzelne Teilbecken in Erwägung ziehen. Das Oberkarbon von Turrach und die Vorkommen von Paal (S. 255 und A. Thurner, 1958) müssen nach dem bisher Gesagten bedeutend weiter im Süden, als dem alten Unterkarbontrog entspricht, abgelagert worden sein. Die hier entwickelte Vorstellung der voralpidischen Lagebeziehungen zentralalpiner Gesteinseinheiten ist auch in Fig. 3, Profil 1, zum Ausdruck gebracht. In der schematisch vereinfachten Zeichnung des Muralpenblockes wird dessen schwankende Mächtigkeit sowie auch die Abnahme der Metamorphose gegen die Außengrenzen angedeutet. Die schematische Abgrenzung der Sedimenthüllen geht naturgemäß stark auf Überlegungen zurück, die sich aus der heutigen Einsicht in den tektonischen Bau ergeben. Sie sind daher das Ergebnis von Deutungen. Trotzdem scheint das Profilschema als Vorstellungsgrundlage für den zu erörternden Ablauf der alpidischen Tektonik in den östlichen Zentralalpen geeignet zu sein.

V. Grundzüge der alpidischen Gestaltung

Dem Zwecke dieser Arbeit entsprechend, prinzipielle Folgerungen aus den neu typisierten tektonischen Baustilen im ostalpinen Kristallin östlich der Hohen Tauern zu ziehen, sollen nun die Grundzüge einer Vorstellung über den alpidischen Bau der östlichen Zentralalpen erläutert werden.

a) Das heutige tektonische Baubild des Nordrahmens der Zentralalpen steht in krassem Gegensatz zu dem der südlich anschließenden Areale. Die in der tektonischen Stockwerkgliederung vom Unter-Ostalpin bis zum höchsten Ober-Ostalpin zum Ausdruck kommende, meist steilflächige Schoppung der tektonischen Einheiten auf schmalem Raum weist auf die starke Pressung und Einengung der vom Süden herangeschobenen Gesteinszüge hin. Hier im Nordrahmen kann auch im Kristallin die stärkste und tiefgreifende metamorphe Umgestaltung lokalisiert werden. Dies gab Veranlassung, diese etwa durch den Grauwackengürtel gekennzeichnete Zone als alpidischen Starkwirkungsbereich den südlich folgenden Arealen mit flächenhaft breit ausgedehnten Einheiten gegenüberzustellen.

Wir müssen im Osten den nördlichsten Zug der Mürztaler Grobgneise ebenso dazustellen, wie weiter westlich die Seckauer

Tauern, die südlich durch die durchgreifende Naht der Gaaler Schuppenzone begrenzt sind. Auch die alpidischen Gneise der Schladminger Tauern können nach dem Ausweis zentralalpiner mesozoischer Einschuppungen in den Südrahmen der starken Schuppungs- und Pressungstektonik des zentralalpinen Nordrahmens gestellt werden. Die tektonisch tiefe Position der Seckauer Masse (S. 232) sowie der Grobgneise des Ostens gliedert sich dieser Vorstellung zwanglos ein.

Die Zonen dieser Gneise müssen nun aber zur Zeit ihrer Metamorphose stark in die Tiefe verlagert worden sein und auch die Zone des Karbons der Grauwackenzone muß unter starker Überlagerung seine Prägung erhalten haben.

Im Gegensatz dazu fehlen in den südlichen Anteilen der Muralpen die Anzeichen einer solchen Versenkung, Einpressung und Metamorphose. Es konnte jedoch aus den tektonischen Erwägungen (S. 238) auf starke Hebungstendenz geschlossen werden.

Dieser Gegensatz zwischen dem zentralalpinen Süden und Norden führt nun zu folgendem Bild einer Entwicklung im ältesten Alpidikum. Einer bedeutenden Abbeugung im Norden, entsprechend den Arealen nördlich des Muralpenblockes, steht im Süden Hebung und Nordvergenz gegenüber. Dies führt im N—S-Schnitt zu einer Riesenflexur, deren Entwicklung schematisch in Fig. 3, Profil 1, dargestellt ist.

Die tiefste Absenkung entspricht dem Sedimentationsstreifen des Unterkarbons der Grauwackenzone und der Rannachserie, doch gilt dies nur für den Bereich vom untersten Mürztal westwärts der Grauwackenzone folgend in das Ennstal. Weiter im Osten scheinen mit dem Aufhören des Muralpenblockes andere Voraussetzungen eingesetzt zu haben (S. 262). Die Bildung der Zonen mit Metamorphose und gleichzeitiger Gefügeprägung unter Belastung wird verständlich, wenn wir auch den Zuschub vom gehobenen Süden her durch die zergleitenden Gesteine der Muralpenregion in diese altalpidische Entwicklungsphase setzen (K. METZ, 1962: 216).

Die hier vorgeschlagene Mechanik erfordert in ihrem Gegensatz von Tief im Norden und Hoch im Süden sowie mit der aus der allgemeinen Nordbewegung der Massen zu fordernden Nordvergenz der Bauanlage im Süden keine Hilfsannahmen zur Erklärung der tatsächlichen Baukomplikationen. Sie führt dagegen unmittelbar zu einem Verständnis für den Gegensatz zwischen den Geschehnissen im nördlichen Starkwirkungsbereich mit seiner an einen Stau gemahnenden Schoppung der Einheiten und dem auffallend flachen Gleitlinsenbau südlich davon.

b) Im folgenden wird nun der Versuch unternommen, eine zeitliche Gliederung der alpidischen Ereignisse für die östlichen Zentralalpen, zunächst noch ohne Einbeziehung des eigentlichen NE-Sporns, darzustellen.

1. Älteste, vortertiäre Phase. Die Herausbildung der zuvor dargestellten Absenkung im Norden und Hebung im Süden läßt sich altersmäßig nach unten nicht klar abgrenzen. Der Zuschub der Senke vom Süden her scheint jedoch schon mit den ersten alpidischen Bewegungen eingesetzt zu haben:

Abscherung des Karbons mit Teilen seiner kristallinen Basis und Nordgleitung unter Teilnahme von Phylliten und z. T. Glimmerschiefern (Phyllite der unteren Grauwackendecke/Ennstaler Phyllite, siehe S. 264); Nachdrängen von nordgleitenden Glimmerschiefern des Muralpinen Kristallins (Fig. 3, Profil 2c).

Gemeinsame, homoaxiale Prägung der zusammengestauchten Massen, dabei Schuppung von Karbon mit Rannachserie (Kaisersberg, K. Metz, 1940, Flietzenschlucht, K. Metz, 1964: 153). Paratektonische Metamorphose mit Seckauer Kristallisation in der Tiefe, teilweise Einbeziehung von Rannachserie in die Vergneisung, Einsetzen der Lagerstättenbildung, vor allem der Magnesite.

Wie sich aus Kapitel IV und Profilen 3, 4 ergibt, wurde im Zuge dieses Bauaktes der Raum des Muralpinen Nordrandes, aus welchem das Karbon stammt, durch die vom Süden her vorgleitenden Glimmerschiefer zugeschoben. Dabei wurde auch der Gneis-Amphibolitzug (Flatschacher Zug und südlich Hochgrößen) entwurzelt und gegen Nord transportiert (siehe dazu Fußnote S. 235).

Damit wurde die Grundanlage für die Stauchtektonik des zentralalpinen Nordrandes bereits geschaffen. Die weiter im Süden sich abspielende Zergleitungstektonik führte zur Herausbildung alpidischer Schieferung und Faltenzonen (K. Metz, 1963: 26/27). Es entstanden durch nichtaffine Gleitung endlich begrenzte Einzelgleitkörper in alternierender Anordnung, wodurch südlich gelegene Anteile des zentralalpinen Mesozoikums in verschiedene tektonische Horizonte zu liegen kamen (z. B. westlich von Rottenmann: Rannachserie zutiefst als Dach der Seckauer, darüber: Mölbeggschuppen, Gumpeneckzug, höher: Hirnkogel, Steinwandkogel („wahrscheinliches" Mesozoikum!). Auf eine ähnliche Positionsverschiebung scheint die heutige Stellung von Radstädter Trias gegenüber Stangalpe-Flattnitz zurückzugehen.

Es scheint, daß die Gleitlinsen-Überschiebungen in sehr bedeutendem Maße über die noch in der Tiefe liegenden Seckauer Gesteine

gegangen sind, da außer dem tief in die Seckauer Gesteine eingefalteten Keil von Wölzer Gesteinen bei Gaal auch weit im Norden sonst schwer deutbare Reste bis in die untere Grauwackendecke hinein gefunden wurden. Wir haben aber keine klaren Argumente, ob diese Überschiebungen über die Zeit der Seckauer Kristallisation hinaus angedauert haben oder nicht. Es scheint aber sehr wahrscheinlich, daß ersteres der Fall ist, wie noch zu erläutern sein wird.

2. Wenn wir den ältesten Bauakt durch die Dauer der alpidischen Metamorphose charakterisieren, so läßt sich der nächste jüngere Bauakt durch nachkristalline Tektonik, bezogen auf diese alpidische Metamorphose kennzeichnen. Im Seckauer Tauernkörper finden wir hier noch sehr starke Stauchungen, Überschiebungen und Phyllonitisierung von Gneisen. Da diese Bewegungen jedoch einen oberflächennahen Charakter tragen, mußten sie mit einer Heraushebung verbunden sein, die in erster Linie den Seckauer Körper gegenüber den westlich folgenden Glimmerschiefern betraf. Es muß demnach in dieser Zeit die Anlage des Pölser Störungssystems zur Wirksamkeit gekommen sein (K. Metz, 1962).

Es ist nun wenig wahrscheinlich, daß die so stark wirksame, strukturprägende Nordvergenz der Bewegungen auf den Seckauer Körper allein beschränkt war. Wir müssen vielmehr annehmen, daß sie auch in dem umrahmenden Kristallin wirksam wurde und folgern daraus, daß auch in den Zergleitungskörpern der Wölzer Tauern die Bewegungen noch andauerten. Es scheint z. B. wahrscheinlich, daß eine Zone der Diaphthorese und Einklemmung altersunsicherer Kalke und Dolomite nördlich des Bauleiteck in den östlichen Schladminger Tauern dieser jüngeren Phase angehört. Damit scheint es aber auch erwägenswert, die Überschiebung der Schladminger Gneise über das Radstädter Mesozoikum diesem Bauakt 2 zuzuordnen. Dann würde diese Überschiebung weiter im Osten ihr Gegenstück in der von mir 1964 beschriebenen Überschiebung des Bösenstein über die Grauwackenzone finden, die gleichfalls postkristallin zur Seckauer Kristallisation ist.

Aus der Zusammenstauchung der Kohlenmulden des Mur- und Mürztales wissen wir nun, daß die norddrängende Tendenz des Grundgebirges erst im Jungtertiär zum Erliegen kam und von reiner Bruchtektonik abgelöst wurde. Es scheint sich hier also ein zeitliches Übergreifen der älteren Faltentektonik mit der jüngeren Bruchtektonik abzuzeichnen.

Das schon mit unserem zweiten Bauakt verbundene Erscheinen der Pölsbrüche findet eine Parallele mit dem Görtschitz-Bruchsystem im Süden. Auch dieses wird nach W Fritsch schon im

Senon bemerkbar, aber erst später ausgebaut. Beide Bruchsysteme zeigen die relative Heraushebung ihrer Ostflügel und beide lenken im Murtal-Bereich in das alpidische Streichen ein, dort also, wo wir unsere alte Baublockgrenze der Muralpen annehmen (K. Metz, 1962: 221).

Demzufolge setzen wir den jüngsten, dritten Bauakt der tektonischen Gestaltung dieser Räume in zeitliche Interferenz mit dem zweiten Bauakt. Die großen Querstörungszonen (Pöls-, Görtschitz-, Lavantsystem) erfuhren nach ihrer älteren Anlage erst im jüngsten Bauakt 3 ihre heutige Ausgestaltung.

Nun muß aber eine weitere Frage aufgeworfen werden, die im Zusammenhang mit dem gegen NW gerichteten Abschwenken des Görtschitztalsystems steht. Hier zeigt sich nämlich in mehreren Staffeln eine gegen NW in die Niederen Tauern hineinstreichende Fortsetzung von Bruchzonen, die örtlich mit gleichorientiertem Streichen der Gesteine sowie mit ihren B-Achsen parallel sind (siehe Karte, Fig. 1). Auch die alpidischen Gneise folgen hier, wie in der Seckauer Masse, dieser Richtung.

Im Norden zeigt die Pölsstörung eine gegen NW ausgerichtete Zersplitterung. Die Parallelität mit den örtlich schon in unserem Bauakt 1 erworbenen Verformungsrichtungen der Gesteine kann nicht übersehen werden und wir kommen zur Überlegung, ob sich hier nicht auch schon ältere NW-Anlagen im alpidischen Baugeschehen abzeichnen. Dies könnte uns auch das Verständnis für die eigenartige Stellung des Amering eröffnen, sofern dieser im Sinne von F. Angel—F. Heritsch, 1931, wirklich als Produkt alpidischer Metamorphose aufzufassen ist (S. 256).

Für die Vererzung von Hüttenberg, wie auch Oberzeiring werden solcherart die Beziehung zu alpidischer Metamorphose und zu alten tiefreichenden wie auch jungen, spätalpidischen Bruchsystemen entsprechend den Ausführungen von E. Clar (1953: 112, 121/122) gut verständlich.

c) Gegenüber den bisher behandelten Räumen spielt der NE-Sporn der Zentralalpen die Rolle eines neuen Baustückes, welches nach dem Aufhören der Muralpen in stofflicher Hinsicht (Schwinners „Raabalpen") gut unterscheidbar ist. Aber auch in struktureller Hinsicht sind klare Unterscheidungsmerkmale gegeben.

Der nördliche Rahmen des Gebietes ist im Bereich des Mürztales stark in den Überschiebungs- und Schoppungsbereich der zentralalpinen Nordbegrenzung einbezogen und zeigt dessen strukturelle Richtungen. Je weiter man aber südwärts kommt, desto stärker treten meridionale und NE orientierte Richtungen

in den Vordergrund, die östlich des Angerkristallins in starkem Gegensatz zum alpidischen Bau des Westens stehen.

Den bisherigen Ausführungen zufolge betrachten wir die von H. WIESENEDER zuletzt 1962 dargestellte alpidische Metamorphose dieser Räume als nicht in direktem Zusammenhang stehend mit der Tauernmetamorphose. Die von fast allen Autoren betonte habituelle Analogie zum Tauernkristallin besteht auch etwa für die Seckauer Masse, deren gesonderte Position gegenüber den Tauern erläutert wurde (S. 232). Auch die Ablehnung einer stofflichen Verbindung penninischer Serien des Westens in den NE-Sporn wurde behandelt (S. 258).

Es wird dagegen betont, daß die hier so wichtigen tektonischen Leitlinien in N bis NE eine neue Baurichtung darstellen. Sie können hier als alpidisches Wiederaufleben alter moravo-silesischer Leitlinien betrachtet werden, wie dies H. WIESENEDER (1937: 323) zum Ausdruck brachte.

Keinesfalls scheint es mir möglich, den überaus komplizierten, aber noch zu wenig bekannten Bau dieses Gebietes in einfacher Analogisierung zum Bau der westlicher liegenden Alpenteile in Beziehung zu setzen.

VI. Grundgedanken und Übersicht

a) Die tektonischen Baustile im ostalpinen Kristallin

Die konkreten Kartierungserfahrungen im ostalpinen Kristallin ergeben die Möglichkeit der Typisierung verschiedener Baustile alpidischer Tektonik. Die kurz dargelegte Zergleitungstektonik im muralpinen Kristallin steht im Einklang mit der theoretischen Erwägung, daß eine in sich bereits tektonisch anisotropisierte Gesteinsmasse vom Ausmaße der Muralpen über einen durch voralpidische Tektonik ebenfalls umgeprägten Untergrund nicht ohne bedeutende Veränderungen ihres Gefüges und Zusammenhaltes bewegt werden kann.

Eine bedeutende Abnahme tektonischer Umprägungsleistung führt von alpidischer Neuprägung mit Metamorphose im Norden zu einfachen Blockverschiebungen mit Bruchtektonik im Süden der Zentralalpen.

Die für den alten Muralpenblock eingeführte alpidische Zergleitungstektonik ermöglicht eine Aufteilung des Gesamtbetrages alpidischer Transportleistung durch differentielle, nichtaffine Zergleitung mächtiger Schichtstöße. Ausschließlich durch sie kam zentralalpines Mesozoikum in verschieden hohe tektonische Niveaus zu liegen.

Der Effekt alpidischer Nordvergenz der Massen kommt in erster Linie im Nordrahmen der Zentralalpen durch Schoppung infolge von Stauwirkung zustande (alpidischer Starkwirkungsbereich).

b) Die räumliche Begrenztheit kristalliner Massen von gemeinsamer mechanischer und metamorpher Prägung äußert sich in Schwankungen ihrer Mächtigkeit, im verschiedenen Grad ihrer Metamorphose und deren Abnahme in den Randgebieten sowie durch die Absätzigkeit ihrer Magmatite. Der Begriff „Muralpenblock" umfaßt auch nach seiner hier durchgeführten Reduktion noch eine Mehrheit wohl variszisch zusammengeschweißter Einzelstücke, wofür die Ergebnisse der Arbeiten im Saualpenblock sprechen (W. Fritsch, 1962b, E. Clar, 1963).

Die dargestellte Ostbegrenzung der Hohen Tauern als stofflich und funktional definierter Baukörper der Ostalpen wird mit einer Veränderung des Charakters der mesozoischen Geosynklinale (penninisch → zentralalpin) in Zusammenhang gebracht.

Die stoffliche und räumliche Beschränkung der alpidischen Metamorphose östlich der Hohen Tauern wurde im einzelnen betont. Aus der zeitlichen Beschränkung auf den ältesten Abschnitt des Alpidikums dürfte sich auch das gegenüber den Hohen Tauern etwas höhere Alter erklären (H. Flügel, 1964). Die Funktion der alpidischen Seckauer Masse im Werdegang des Starkwirkungsbereiches konnte im einzelnen erläutert werden.

c) Infolge der geschilderten Aufgliederung der Massen in Einzelgleitkörper muß deren strenge Stockwerksgebundenheit aufgegeben werden. Im behandelten Raum der östlichen Zentralalpen können die Begriffe „Unter-Mittel-Oberostalpin" nicht mehr als für die ganzen Ostalpen verbindliche Rangordnungen im Rahmen einer hierarchischen Deckenfolge verwendet werden. Dies geht aus den Positionen des zentralalpinen Mesozoikums ebenso hervor, wie aus den Erläuterungen in S. 239, 257.

d) Die alpidischen Baukomplikationen vermochten die Anzeichen voralpidischer Richtungen nicht völlig auszulöschen. So scheint die für das mitteleuropäische Variszikum so wichtige NW-Richtung in auffallender Parallelität in dem gegen SE weisenden Abbiegen der östlichen Hohen Tauern und in der Möll-Linie, im NW-Streichen von Teilen der alten Muralpen wieder auf. Auch das Streichen der Seckauer Masse sowie zahlreiche NW-Brüche scheinen hierherzugehören.

Anderseits steht der östliche Teil und vor allem der Nordostsporn der östlichen Zentralalpen dominierend unter dem Einfluß meridionaler bis NE-orientierter Leitlinien, die geophysikalisch auch im anschließenden ungarischen Raum zum Ausdruck kom-

men. (T. Boldizsar, 1964). Die Möglichkeit einer alpidischen Wiederbelebung moravo-silesischer Strukturrichtungen im zentralalpinen NE-Sporn wurde schon angedeutet.

e) Die vorliegenden geophysikalischen Daten in den östlichen Zentralalpen spiegeln in recht auffallender Weise die hier vertretenen Auffassungen wieder: So kommt in der von E. Senftl neu ausgeführten Karte der Schwere-Isanomalen von Österreich das neu beschriebene Bauverhältnis der Hohen Tauern gegenüber den Muralpen und den östlichen Zentren alpidischer Metamorphose zur Geltung (S. 258). Ebenso zeichnen sich die von ganz anderen Gesichtspunkten her entwickelten NE-streichenden Strukturzüge vom SE-Ende der Hohen Tauern bis zum Semmering klar ab (Fig. 2). Auch sind die großen meridionalen Bruchgebiete, deren Anlage wir für alt halten, angedeutet.

Der in der vorliegenden Arbeit vollzogene Bruch mit einigen unbewiesenen, entweder allzu erstarrten oder allzu vereinfachten Vorstellungen über die Tektonik der Zentralalpen scheint in seinen Folgerungen dem Verfasser genügend Erklärungswert zu haben, um zur Diskussion vorgelegt zu werden.

Die Loslösung von einem formalistisch erstarrten Deckenschematismus rückt die dynamische Komponente des Denkens mehr in den Vordergrund und kommt den technologischen Möglichkeiten der Gesteinswelt mehr entgegen. Auf diesem Wege kann auch die übergroße Raumforderung der bisherigen deckentheoretischen Erwägungen an die Rückseite der Zentralalpen sehr herabgemindert werden, wodurch das Baubild an Wahrscheinlichkeit gewinnt.

Es wurden genügend Argumente beigebracht, um zu zeigen, daß die östlichen Zentralalpen ihre eigenständige tektonische Entwicklung haben, bei deren Behandlung auf die voralpidische Strukturgestaltung nicht verzichtet werden darf.

Literaturverzeichnis

Angel, F., 1923: Petrographisch-Geologische Studien im Gebiete der Gleinalpe. Jahrb. Geol. Bundesanstalt, 73: 63—98.

— 1939: Der Kraubather Olivinfels- bis Serpentinkörper als Glied der metamorphen Einheit der Gleinalpe. — Fortschritte Miner., Kristallogr. und Petrogr., 23: XC—CIV.

Angel, F. und Heritsch, F., 1931: Das Alter der Zentralgneise der Hohen Tauern. — Centralbl. Miner. etc., Abt. B, 516—527.

Bachmann, H., 1964. Die Geologie des Raumes Oppenberg bei Rottenmann, Steiermark. In: K. Metz (Ed.), Beiträge zur Geologie der Rottenmanner und östlichen Wölzer Tauern. — Verhandl. Geol. Bundesanstalt, 1964: 67 — 82.

BECK-MANNAGETTA, P., 1951: Die Auflösung der Mechanik der Wolfsberger Serie, Koralpe, Kärnten. — Jahrb. Geol. Bundesanstalt, 96, Teil II: 127—157.

— 1959: Übersicht über die östlichen Gurktaler Alpen. — Jahrb. Geol. Bundesanstalt, 102: 313—352.

— 1960: Die Stellung der Gurktaler Alpen im Kärntner Kristallin. — Internat. Geol. Congress, XXI. Sess., Norden, XIII: 418—430.

BOLDIZSÁR, T. 1964: Terrestrial Heat Flow in the Carpathians. — Journal of Geophysical Research, 69: 5269 — 5275.

BRAUMÜLLER, E., 1937/38: Der Nordrand des Tauernfensters zwischen dem Fuscher- und Rauristal. — Mitt. Geol. Gesellschaft in Wien, 30/31: 37—150.

CLAR, E., 1951: Über die Görtschitztaler Störungszone (Noreialinie) bei Hüttenberg. — Der Karinthin, 15: 65—71.

— 1953a: Metamorphes Paläozoikum im Raume von Hüttenberg. — Der Karinthin, 22: 225—230.

— 1953b: Zur Einfügung der Hohen Tauern in den Ostalpenbau. — Verhandl. Geol. Bundesanstalt, 1953: 93—104.

— 1953c: Über die Herkunft der ostalpinen Vererzung. — Geol. Rundschau 42: 107—127.

CLAR, E., FRITSCH, W., MEIXNER, H., PILGER, A. und SCHÖNENBERG, R., 1963: Die geologische Neuaufnahme des Saualpenkristallins (Kärnten), VI. — Carinthia II, 73: 23—51.

CLAR, E. und FRIEDRICH, O. M., 1933: Über einige Zusammenhänge zwischen Vererzung und Metamorphose in den Ostalpen. — Zeitschr. prakt. Geol. 41:

CLAR, E. und MEIXNER, H., 1953: Die Eisenspatlagerstätte von Hüttenberg und ihre Umgebung. — Carinthia II, 63: 67—92.

EXNER, Ch., 1940: Das Ostende der Hohen Tauern zwischen Mur- und Maltatal. II. Teil. — Mitt. Reichsst. Bodenforsch. Wien, 1: 241—306.

— 1951: Der rezente Sial-Tiefenwulst unter den östlichen Hohen Tauern. — Mitt. Geol. Gesellschaft in Wien 39—41; 75—84.

— 1952: Geologische Probleme der Hohen Tauern. — Verhandl. Geol. Bundesanstalt, Sonderheft C: 86—95.

FLÜGEL, H., 1958: 140 Jahre geologische Forschung im Grazer Paläozoikum. — Mitt. Naturwiss. Verein f. Steiermark, 88: 51—78.

— 1960a: Geologische Wanderkarte des Grazer Berglandes, 1:100.000. — Geol. Bundesanstalt, Wien 1960.

— 1960b: Die tektonische Stellung des „Alt-Kristallins" östlich der Hohen Tauern. — Neues Jahrb. Geol. Paläont., Monatsh., 202—220.

— 1961: Die Geologie des Grazer Berglandes. — Mitt. Museum Bergbau, Geol. und Technik „Joanneum", 23, 212 pp.

— 1963: Das Paläozoikum in Österreich. — Mitt. Geol. Gesellschaft in Wien, 56: 401—443.

— 1964: Versuch einer geologischen Interpretation einiger absoluter Altersbestimmungen aus dem ostalpinen Kristallin. — Neues Jahrb. Geol. Palaeontol., Monatsh., 613—625.

Flügel, H. und Maurin, V., 1957: Triasverdächtige Gesteine am Südrand des Grazer Paläozoikums. — Der Karinthin, 34/35: 198—206.

Frasl, G., 1958: Zur Seriengliederung der Schieferhülle in den mittleren Hohen Tauern. — Jahrb. Geol. Bundesanstalt, 101: 323—472.

Fritsch, W., 1957: Aufnahmsbericht über die geologische Neukartierung des Gebietes des Sonntags- und Kraigerberges bei St. Veit/Glan, Kärnten. — Der Karinthin 34/35: 211—217.

— 1961: Über eine keratophyrische Pillow-Lava (Kissenlava) bei St. Veit/Glan. — Carinthia II, 71: 51—52.

— 1962a: Saure Eruptivgesteine aus dem Raume nordwestlich von St. Veit/Glan in Kärnten. — Geologie, 10: 67—80.

— 1962b: Von der „Anchi" — zur Katazone im kristallinen Grundgebirge Ostkärntens. — Geol. Rundschau 52: 202—210.

— 1963: Zur Nomenklatur der Görtschitztaler Störungszone. — Carinthia II, 73: 52—57.

Fritsch, W., Meixner, H., Pilger, A. und Schönenberg, R., 1960: Die geologische Neuaufnahme des Saualpenkristallins (Kärnten) II. — Carinthia II, 70: 7—28.

Gamerith, H., 1964: Die Geologie des Berglandes westlich und südwestlich von Oppenberg, Steiermark. In: K. Metz (Ed.), Beiträge zur Geologie der Rottenmanner und östlichen Wölzer Tauern. — Verhandl. Geol. Bundesanstalt, 1964: 82 — 98.

Hajek, H., 1962: Die geologischen Verhältnisse des Gebietes N Feistritz—Pulst im Glantal, Kärnten. — Mitt. Geol. Gesellschaft in Wien, 55: 1—40.

Helfrich, H. und Metz, K., 1953: Beiträge zur Kenntnis der Seckauer Tauern. — Mitt. Naturwiss. Verein f. Steiermark, 83: 130—157.

Holopainen, O. E., 1947: On the gravity field and the isostatic structure of the earth's crust in the east alps. — Annales Acad. Scient. Fennicae, Ser. A. III, Geol.-Geograph., 12, 96 pp.

Kamp, H. v. und Weissenbach, N., 1961: Die geologische Neuaufnahme des Saualpenkristallins (Kärnten) II. Das Gebiet zwischen Erzberg, Hohenwart und Geyerkogel. — Carinthia II, 71: 40—50.

Metz, K., 1951: Die stratigraphische und tektonische Baugeschichte der steirischen Grauwackenzone. — Mitt. Geol. Gesellschaft in Wien, 44: 1—84.

— 1952: Zur Frage voralpidischer Bauelemente in den Alpen. — Geol. Rundschau, 40: 261—275.

— 1954: Zur Kenntnis der Granatglimmerschiefer der Niederen Tauern. — Tschermaks Miner.-petr. Mitt., Festband f. B. Sander: 370—381.

— 1957: Gedanken zu baugeschichtlichen Fragen der steirisch-kärntnerischen Zentralalpen. — Mitt. Geol. Gesellschaft in Wien, 50: 201—250.

— 1962: Das ostalpine Kristallin der Niederen Tauern im Bauplan der Nordostalpen. — Geol. Rundschau, 52: 210—226.

— 1963a: Les montagnes a l'est des Hohe Tauern et leur place dans le cadre structural des alpes orientales. — Livre a la mémoire du professeur Paul Fallot, tome II: 491—501.

— 1963b: Neue Ergebnisse zur Geologie der Niederen Tauern. — Der Karinthin, 48: 20—29.

— 1964: Die Tektonik der Umgebung des Bösenstein und ihr Erkenntniswert für das Kristallin der nördlichen Steiermark. — In: METZ, K. (Ed.), Beiträge zur Geologie der Rottenmanner und östlichen Wölzer Tauern. Verhandl. Geol. Bundesanstalt, 1964: 149—164.

SANDER, B., 1921: Zur Geologie der Zentralalpen. — Jahrb. Geol. Staatsanstalt, 71: 173—224.

SCHMIDT, W., 1920: Zur Oberflächengestaltung der Umgebung Leobens. — Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., Math.-Naturwiss. Kl., Abt. I, 129: 540—558.

SCHMIDT, W. J., 1950—1952: Die Matreier Zone in Österreich. — Sitzungsber. Österr. Akad. Wiss., Math. — naturwiss. Kl., Abt. I. — I. Teil: 159: 291 — 332, II. Teil: 160: 711 — 760, III. — V. Teil: 161: 343 — 371.

SCHMIDT, W. J., 1954: Die Schieferinseln am Ostrand der Zentralalpen. — Exkursionsbericht. Mitt. Geol. Gesellschaft in Wien 47: 360—365.

SCHWINNER, R., 1938: Das Karbongebiet der Stangalpe. — C. R. II. Congr. Stratigr. Carbon. Heerlen, 1171—1257.

— 1940: Die Albitisierung in Oststeiermark und angrenzenden Gebieten. — Mitt. Reichsst. Bodenforsch. 1: 81—97.

— 1951: Die Zentralzone der Ostalpen. — In: F. X. SCHAFFER (Ed.), Geologie von Österreich, 2. Aufl., Wien, pp. 105—232.

SENFTL, E., 1963: Schwerekarte von Österreich, 1:1,000.000, Bouguer-Isanomalen. — Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien.

SKALA, W., 1964: Typen, Facies und tektonische Position der Karbonatgesteine der östlichen Wölzer Tauern. In: K. Metz (Ed.), Beiträge zur Geologie der Rottenmanner und östlichen Wölzer Tauern. — Verhandl. Geol. Bundesanstalt, 1964: 108 — 123.

STOWASSER, H., 1956: Zur Schichtfolge, Verbreitung und Tektonik des Stangalm-Mesozoikums (Gurktaler Alpen). — Jahrb. Geol. Bundesanstalt, 99: 75—199.

STREHL, E., 1962: Die geologische Neuaufnahme des Saualpenkristallins (Kärnten) IV. Das Paläozoikum und sein Deckgebirge zwischen Klein St. Paul und Brück. — Carinthia II, 72: 46—74.

THALMANN, F., 1962: Geologische Neuaufnahme des Kammzuges zwischen Mur- und Zedernhaustal (Bereich der peripheren Tauernschieferhülle — Pennin). — Mitt. Ges. Geol. Bergbaustudenten, 13: 121—188.

THIEDIG, F., 1962: Die geologische Neuaufnahme des Saualpenkristallins (Kärnten), III. Die Phyllit- und Glimmerschieferbereiche zwischen Lölling und Klein St. Paul. — Carinthia II, 72: 21—45.

THURNER, A., 1927: Geologie der Berge um Innerkrems bei Gmünd in Kärnten. — Mitt. Naturwiss. Verein für Steiermark 63: 26—44.

— 1929: Versuch einer Gliederung der kristallinen Paraschiefer an Hand der kristallinen Gesteine von Innerkrems bei Gmünd/Kärnten. — Centralbl. Miner. etc., Abt. A, 151—166.

— 1958a: Geologische Karte der Republik Österreich, Blatt Stadl—Murau, 1:50.000. — Geol. Bundesanstalt, Wien 1958.

— 1958b: Erläuterungen zur geologischen Karte Stadl—Murau 1:50.000. — Geologische Bundesanstalt, Wien 1958, 106 pp.

— 1959: Die Geologie des Gebietes zwischen Neumarkter und Perchauer Sattel. — Sitz.-Ber. Akad. Wiss., Math.-Naturwiss. Kl., Abt. I, 168: 7—25.

— 1960: Die Gurktaler Decke (Bemerkungen zu Tollmanns Deckengliederung in den Ostalpen). — Neues Jahrb. Geol. Paläontol., Monatsh., 481—490.

— 1961: Das Phyllitgebiet südlich Murau. — Verhandl. Geol. Bundesanstalt, 134—155.

Tollmann, A., 1957: Semmering und Radstädter Tauern. — Mitt. Geol. Gesellschaft in Wien, 50: 325—354.

— 1959: Der Deckenbau der Ostalpen auf Grund der Neuuntersuchung des zentralalpinen Mesozoikums. — Mitt. Ges. Geol. Bergbaustudenten, 10: 3—62.

— 1962: Der Baustil der tieferen tektonischen Einheiten der Ostalpen im Tauernfenster und in seinem Rahmen. — Geol. Rundschau, 52: 226—237.

— 1963: Ostalpensynthese. — Deuticke, Wien, 256 pp.

— 1964: Das Permoskyth in den Ostalpen sowie Alter und Stellung des „Haselgebirges". — Neues Jahrb. Geol. Paläontol., Monatsh., 270—299.

Vogeltanz, R., 1964. Die Typen der Hornblende führenden Gesteine in den kristallinen Serien der östlichen Wölzer Tauern. — Verhandl. Geol. Bundesanstalt,

— 1964: 123 — 139.

Weiss, E. H., 1958: Zur Petrographie der Hohen Wildstelle (Schladminger Tauern). — Joanneum, Miner. Mitt.-Bl., Graz, 1958: 69—109.

Weissenbach, N., 1963: Die geologische Neuaufnahme des Saualpenkristallins (Kärnten) V. — Carinthia II, 73: 5—23.

Wieseneder, H., 1931: Studien über die Metamorphose im Altkristallin des Alpenostrandes. — Miner. Petrogr. Mitt., 42: 136—178.

— 1937: Ergänzungen zu den Studien über die Metamorphose im Altkristallin des Alpen-Ostrandes. — Miner. Petrogr. Mitt., 48: 317—324.

— 1961: Die Korund-Spinellfelse der Oststeiermark als Restite einer Anatexis. — Joanneum, Miner. Mitt.-Bl. 1961: 1—30.

— 1962: Die alpine Gesteinsmetamorphose am Alpenostrand. — Geol. Rundschau, 52: 238—246.

Zadorlaky-Stettner, N., 1961: Petrographisch-geologische Untersuchungen in den östlichen Gurktaler Alpen, westlich von Friesach in Kärnten. — Verhandl. Geol. Bundesanstalt 1961: 155—170.

Zirkl, E., 1955: Bericht über geologisch-petrographische Aufnahmen in den Gurktaler Alpen. — Verhandl. Geol. Bundesanstalt, 85—89.

— 1956: Bericht 1955 über Aufnahmen in den Gurktaler Alpen. — Verhandl. Geol. Bundesanstalt, 107—109.